

En este número:

- El Precámbrico del Occidente Andaluz.
- L'âge d'Ampullina (ex Natica) leviathan précisé en Espagne du Sud (zone prébétique) grâce à des Calpionelles (Berriasien et Berriasien-Valanginien inférieur).
- Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense superior-Barremiense), en la provincia de Santander (norte de España).
- Las series ordovícicas y preordovícicas del sector central de los Montes de Toledo.
- Yacimientos españoles de bauxitas y alunitas.
- Mercado de minerales y concentrados de Plomo y Cinc.
- Distribución de potenciales en un talud rocoso anisótropo saturado.
- Consideraciones geoquímicas sobre las rocas graníticas del área de Villar de Peralonso (Salamanca).
- Características del metamorfismo en el área Béjar-Plasencia (Salamanca-Cáceres)

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1875

T. LXXXV, Primer Fascículo. Enero - Febrero 1974

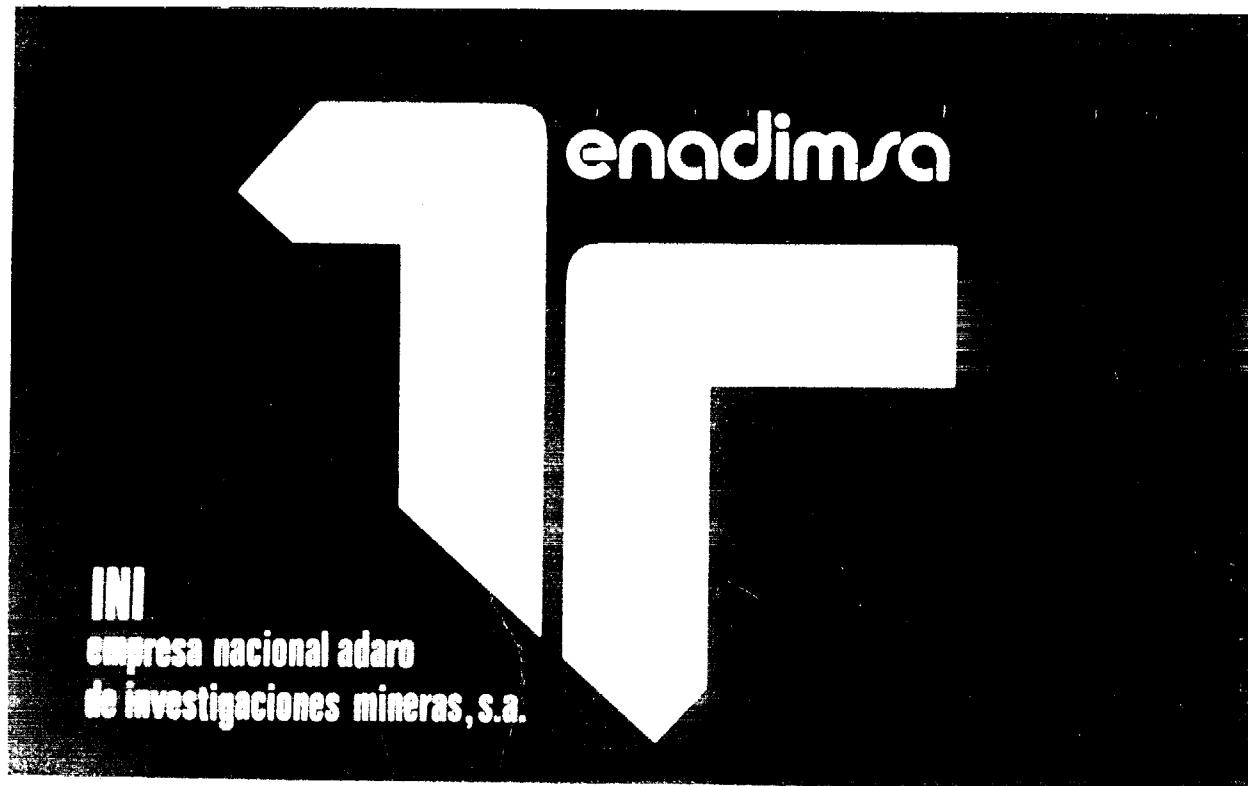
boletín geológico y minero



29 MAR. 1974

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





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



**geológicos
minerales
hidrogeológicos
geotérmicos
geotécnicos**

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

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

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

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



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 500 m.
Sondas de circulación directa e inversa.
Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.
Instalación de piezómetros.
Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.
Equipos propios de aforo y limpieza.
Reacondicionamiento de pozos arenados.
Testificación eléctrica (PS y Resistividad) y radiactiva (Rayos gamma).
Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

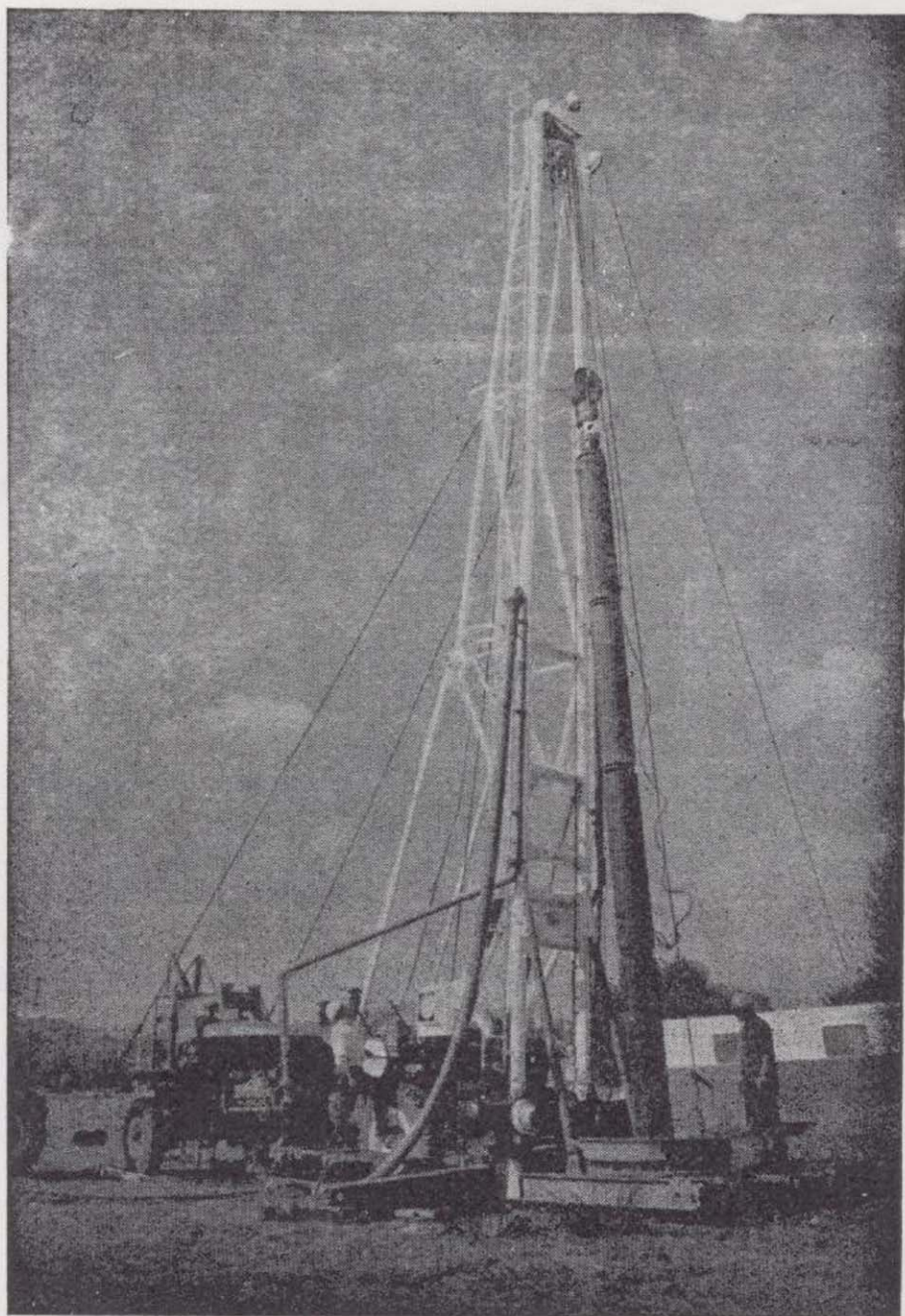
Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

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

M A D R I D - 1 6

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

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.

Wang 2200



SISTEMAS DE CALCULO

he hispano electrónica s.a.
ASISTENCIA TECNICA Y SERVICIO POSTVENTA GARANTIZADOS

comandante zorita, 8 - madrid-20 - teléfs. 233 31 00 * - 233 16 01 - télex 22404 - elec - e
lligols, 27-29 - barcelona-14 - teléfs. 259 04 22 - 259 04 23
villarías, 10 - bilbao-1 - teléf. 23 70 98

Wang 2200

SISTEMAS DE CALCULO

he hispano electrónica s.a.
ASISTENCIA TECNICA Y SERVICIO POSTVENTA GARANTIZADOS

comandante zorita, 8 - madrid-20 - teléfs. 233 31 00 * - 233 16 01 - télex 22404 - elec - e
llgois, 27-29 - barcelona-14 - teléfs. 259 04 22 - 259 04 23
villarias, 10 - bilbao-1 - teléf. 23 70 98

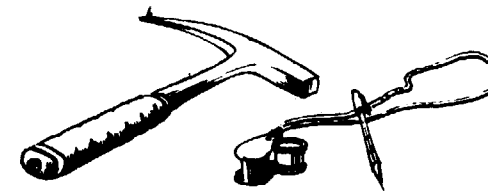


FINA IBERICA S.A

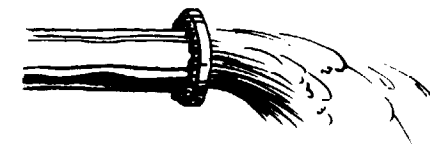
Dr. Fleming 3

Madrid 16-

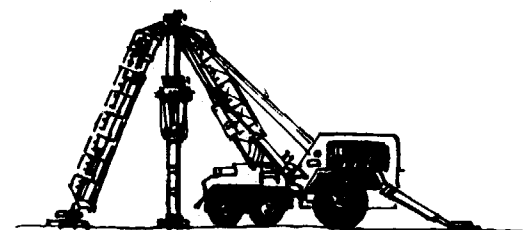
Tno. 2 59 78 04



Investigacion
Geologica



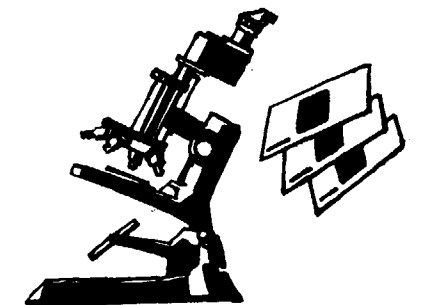
Hidrogeologia



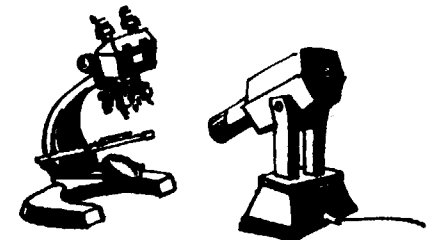
Perforacion



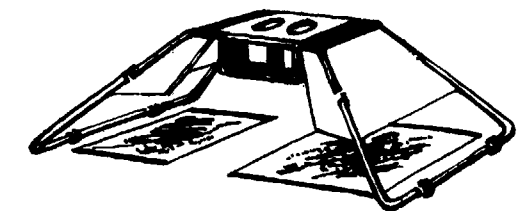
Mineria



Petrografia



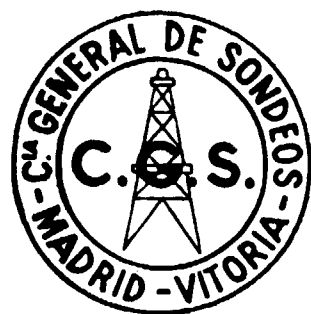
Micropaleontologia



Fotogeologia



Laboratorio



COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS

ESTUDIA:

Geología en general
Estratigrafía
Petrografía
Hidrogeología
Canteras, etc.

INTERPRETA:

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

REALIZA:

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

★ ★ ★

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

Portal de Castilla, 66. Vitoria
Teléfono 22 36 04

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



CHRISTENSEN DIAMOND PRODUCTS S. A.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA MINERA

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

DIRECCION COMERCIAL:

ALBERTO ALCOGER, 5, 3.º-C

Telg. "CHRISTENSA"

MADRID-16. Tel. 250 34 04

INTECSA

INTERNACIONAL DE INGENIERIA Y ESTUDIOS TECNICOS, S.A.

MINERIA

GEOLOGIA

GEOTECNIA

HIDROGEOLOGIA

EXPLOTACIONES

MINERALURGIA

INGENIERIA CIVIL

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

ESTUDIOS ECONOMICOS

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

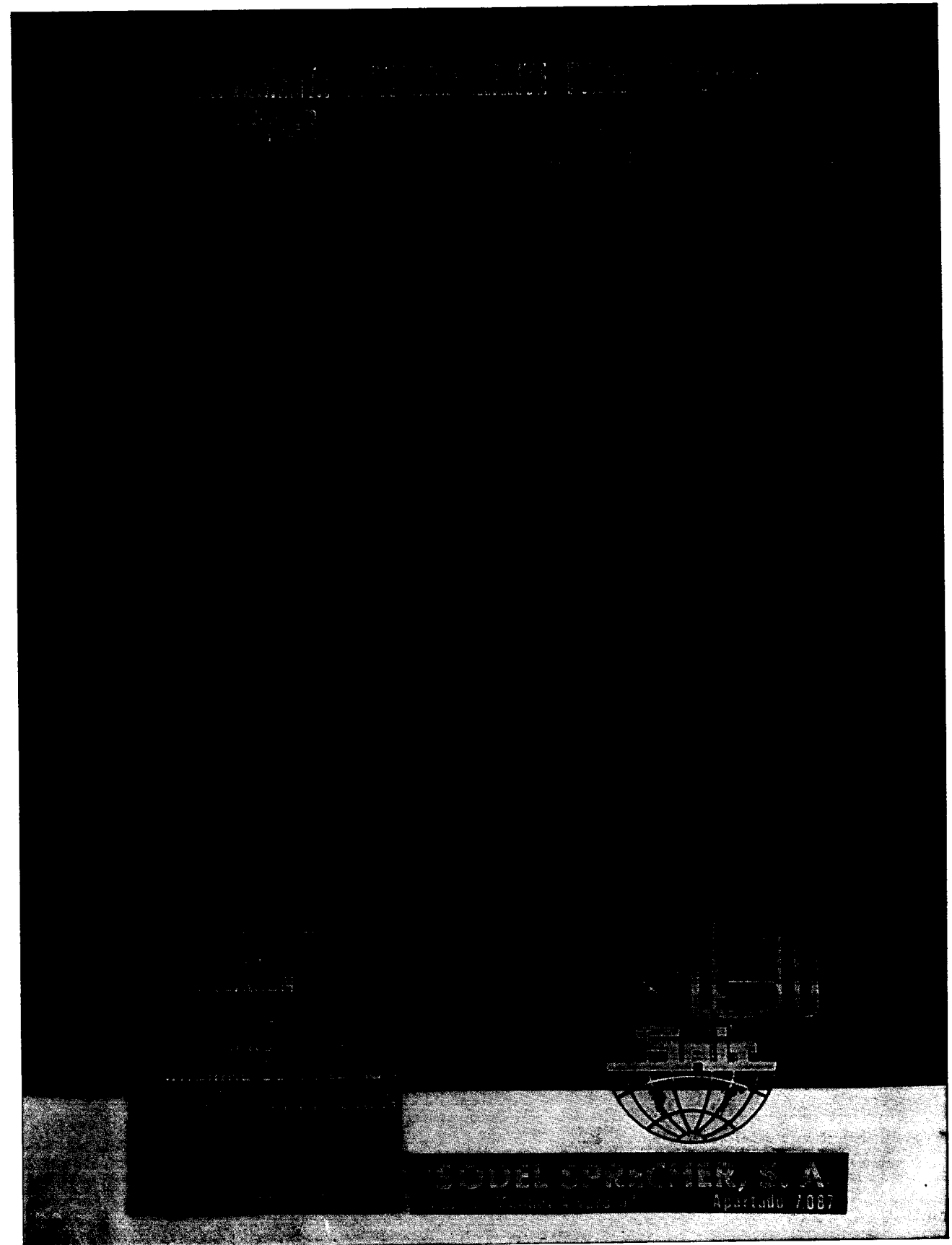
INGENIERIA INDUSTRIAL

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

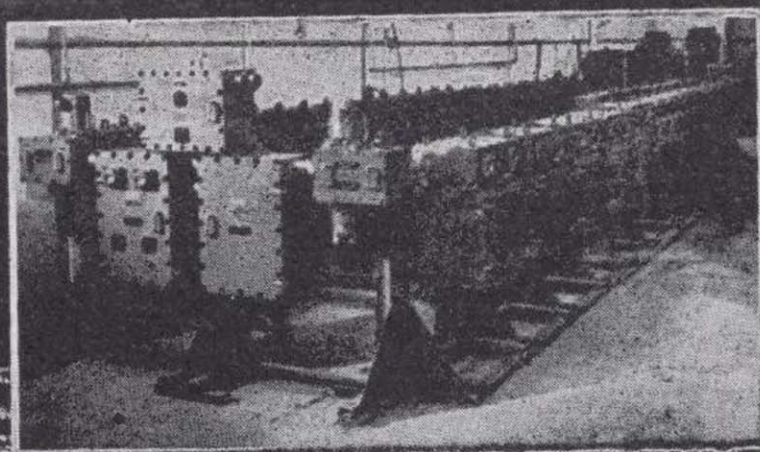
oficinas centrales en madrid: avda. de américa, 24 tlfno. 2 56 36 00

dirección telegráfica: intecsama
télex: 22473-E

delegación en barcelona : c/ beethoven, 15 tlfno. 2 30 78 29
" en canarias : c/ villalba hervás, 9- s. c. de tenerife
oficinas en valencia : c/ martinez cubels, 5



APARAMENTA ANTIDEFLAGRANTE PARA AMBIENTES EXPLOSIVOS



APARATOS DIVERSOS DE
SEGURIDAD
SEÑALIZACION
ALUMBRADO
DISTRIBUCION Y MANDO
MATERIAL DE CONEXION
CELDAS MEDIA TENSION
CONTACTORES
TRANSFORMADORES
CORTACIRCUITOS



ISODEL SPRECHER, S. A.
Madrid - Méndez Alvaro, 62 Apartado 7.087

Durante los meses pasados le hacíamos una pregunta...

¿Es posible realizar esta operación en menos de un minuto?

$$\left(\begin{array}{l} \frac{3 + \ln 2}{\sin 10^\circ 15'} + \frac{\sqrt{7^2 + 2^2}}{\sin 40^\circ 15'} = X \\ \frac{\sin 10^\circ 15'}{4 \cdot \cos 10^\circ 15'} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = Y \\ \text{arc. tg } \frac{Y}{X} = \theta \\ \sqrt{X^2 + Y^2} = r \end{array} \right)$$

Hoy ATAIO - INGENIEROS S.A. le ofrece el primer MINI-COMPUTADOR PORTATIL PROGRAMABLE a baterías y conectable a la red. Y le vuelve a preguntar...

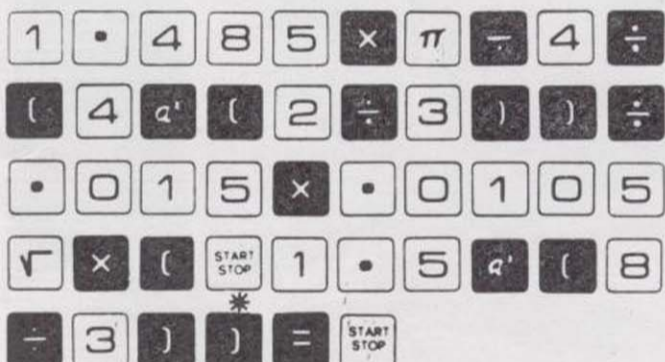
¿Es posible realizar esta operación para los valores de

$$Q = \frac{\left(\frac{1,485 \pi / 4}{4^{1/2}} \right) D^{1/2} \times \sqrt{0,0105}}{0,015}$$

“D” = 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5 en segundos?

Pruebe a efectuarlo en cualquiera de los modelos 322G ó 324G así:

- 1.º) Ponga el calculador en LOAD
- 2.º) Pulse las teclas leyendo la ecuación:



- 3.º) Ponga el calculador en RUN. Tendrá en la pantalla ahora

9 322 300 299

- 4.º) Pulse aparecerá

3 161 887 385

- 5.º) Entre el primer valor de D = 1,5

- 6.º) Pulse aparecerá el valor de

9 322 300 299

para D = 1,5

- 7.º) Vuelva a repetir desde el paso 4.º entrando los valores de D = 2, 2.5, 3 y 3.5

TIEMPO DE CALCULO = ... SEGUNDOS

* Lógicamente el calculador debe tomar el valor del parámetro para el cálculo de la función. A continuación siga leyendo la ecuación.

** La operación ha terminado y el calculador presenta el resultado final.

Características del 324G

- Raíz cuadrada.
- Transformación de coordenadas.
- Seno, coseno, tangente y funciones inversas.
- Logaritmos y antilogaritmos.



ATAIO
324G Scientist
75.000 ptas
1 año de garantía

- Valor inverso.
- Función exponencial.
- Para las funciones seno, coseno y tangente puede trabajar en grados centesimales, sexagesimales y radianes.
- Incorporación de paréntesis en dos niveles.
- 10 registros para almacenamiento de datos, todos ellos operativos.
- 13 dígitos.
- Notación coma fija o flotante.
- Selección decimal.

Capacidad memoria programación:
160 pasos de programa

En cualquiera de nuestras delegaciones tiene Vd. un Ingeniero Especialista que le atenderá en la resolución de sus problemas y gustosamente le mostrará cualquier modelo de nuestra extensa gama de calculadores.



ATAIO INGENIEROS S.A.

MADRID-16

Enrique Larreta, 10 y 12 - Tels. 7330562 - 2153543 - Cable: Teleataio - Telex: 27249

BARCELONA-6

Ganduxer, 76 - Tel. 2114466 - Cable Teleataio

BILBAO-13

Simón Bolívar, 27 - Edif. Etxezuri - Tel. 422050

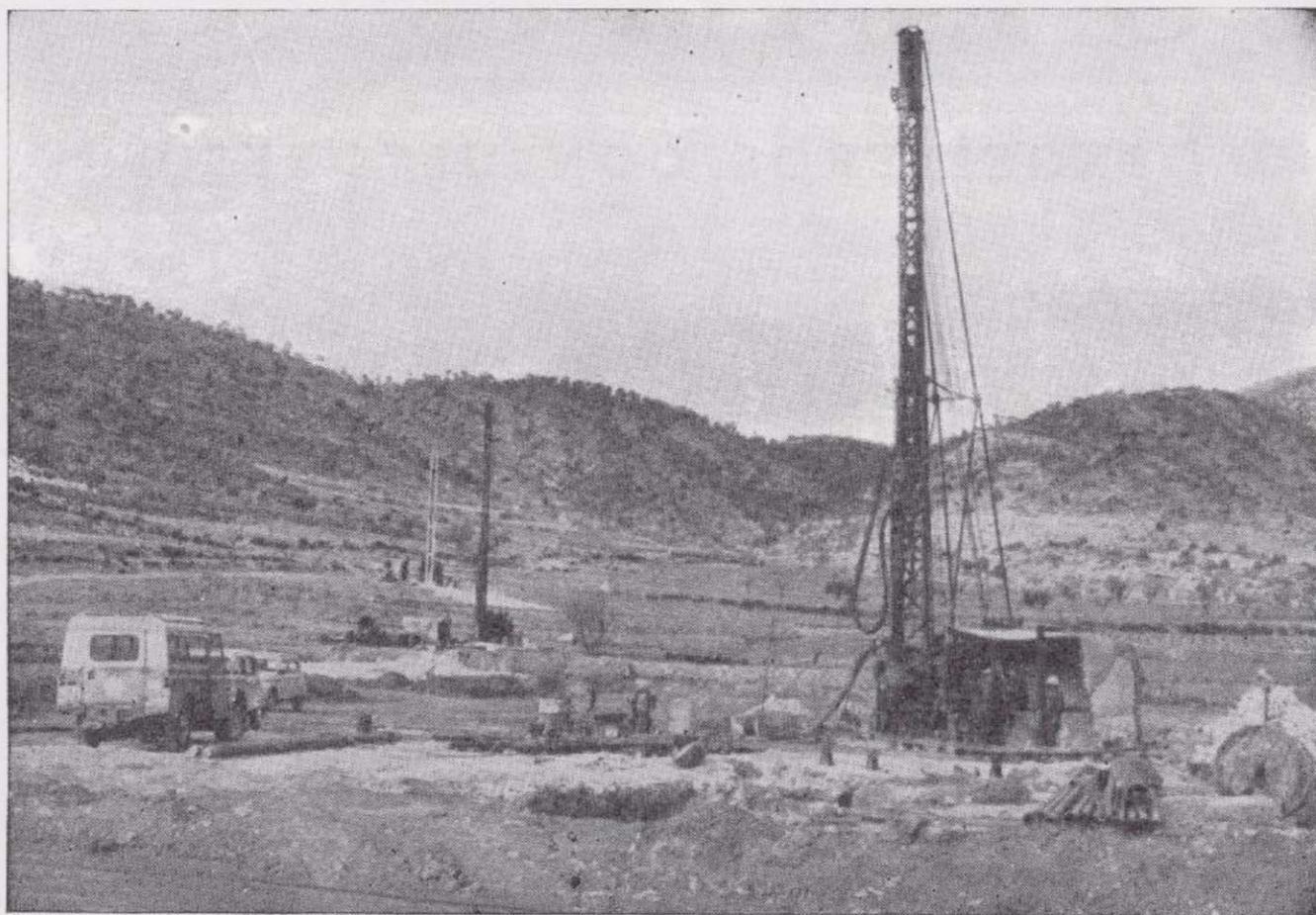
SEVILLA

Avenida Ramón de Carranza, 12 - Tel. 270336

VALENCIA-8

Avenida del Cid, 2 - Edif. Alcosa - Tel. 267200

SONDEOS RODES



SONDEOS PARA

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

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

ACIDIFICACIONES Y CIMENTACIONES DE SONDEOS.

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

★ ★ ★

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

★ ★ ★

ERNESTO RODES MARTI

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

VILLENA (Alicante)

GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

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

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

CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.

PROCEDIMIENTOS

RODIO



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

**SONDEOS MINEROS
HIDROGEOLOGIA
INYECCIONES
BULONAJES Y ANCLAJES**

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

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

MADRID-16
CALLE DE MADRID, 16
TEL. 250 18 03 - 45
TELEX 52242 RODIO E

MADRID-16
CALLE DE MADRID, 16
TEL. 250 18 03 - 45
TELEX 52242 RODIO E

MADRID-16
CALLE DE MADRID, 16
TEL. 250 18 03 - 45
TELEX 52242 RODIO E

MADRID-16
CALLE DE MADRID, 16
TEL. 250 18 03 - 45
TELEX 52242 RODIO E

Representaciones: BURGOS, LA CORUNA, OVIEDO, MALAGA, SAN SEBASTIAN

CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.

PROCEDIMIENTOS

RODIO



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

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

**SONDEOS MINEROS
HIDROGEOLOGIA
INYECCIONES
BULONAJES Y ANCLAJES**

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

Oficina Central: **MADRID-16**

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

Delegaciones:

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

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

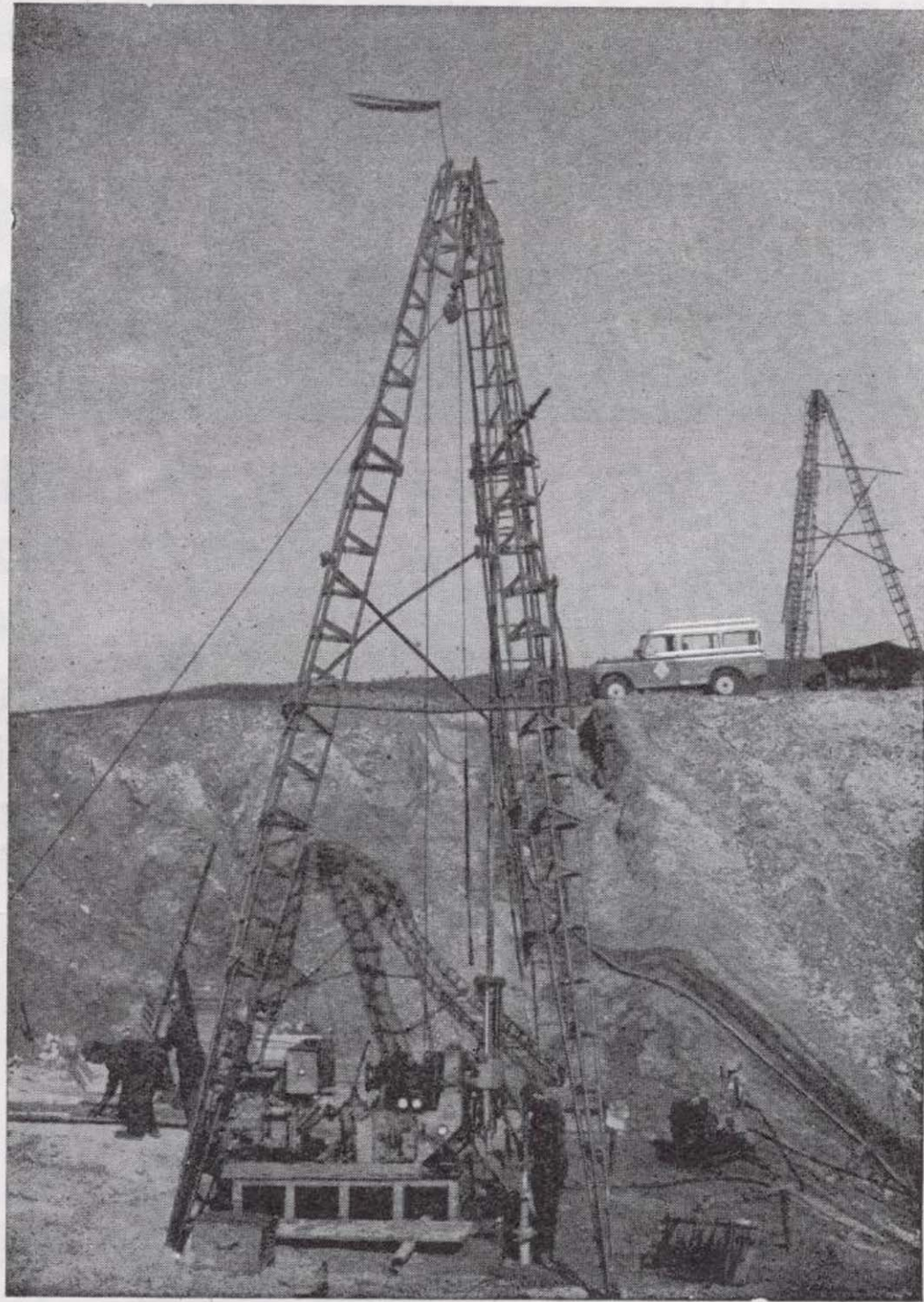
SEVILLA
Av. Reina Mercedes, 17, 19
Teléf. 61 19 88/90
Telex 72154 - RODIO e

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

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

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

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



TERRATEST, S. A.

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

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

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

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

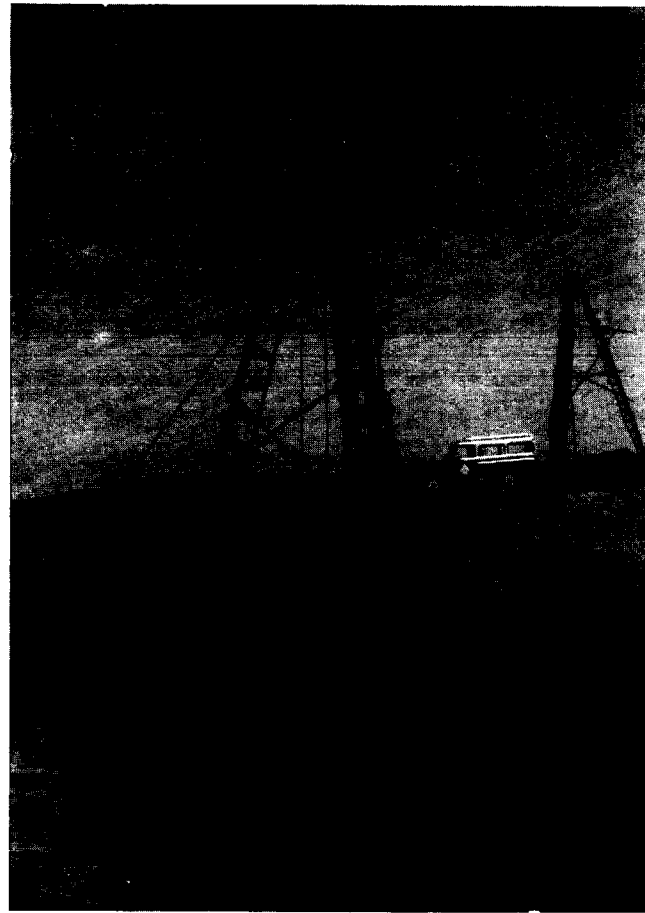
Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

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

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

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

TERRATEST
SU
AUXILIAR
EN LA
INVESTI-
GACION
MINERA



TERRATEST, S. A.

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

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

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

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

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

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

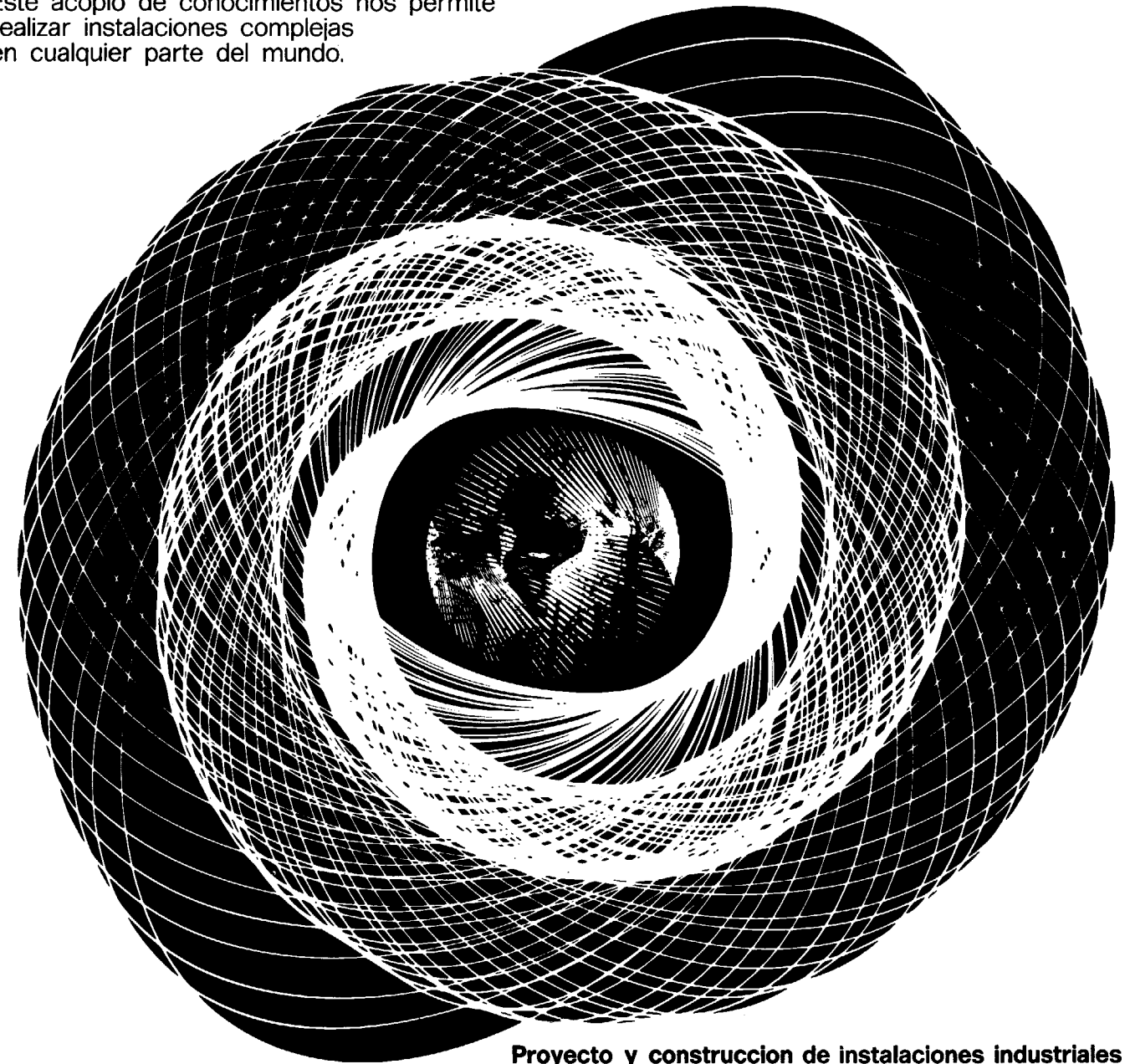
Desde la investigación hasta la valoración, TERRATEST, S. A., cubre todo el suelo.

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

experiencia mundial

es característica
de McKee-Ctip

Desde 1905, en sesenta países, hemos adquirido experiencias valiosas. Este acopio de conocimientos nos permite realizar instalaciones complejas en cualquier parte del mundo.



F/1 cart



Proyecto y construcción de instalaciones industriales

McKee-CTIP INGENIEROS SA

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

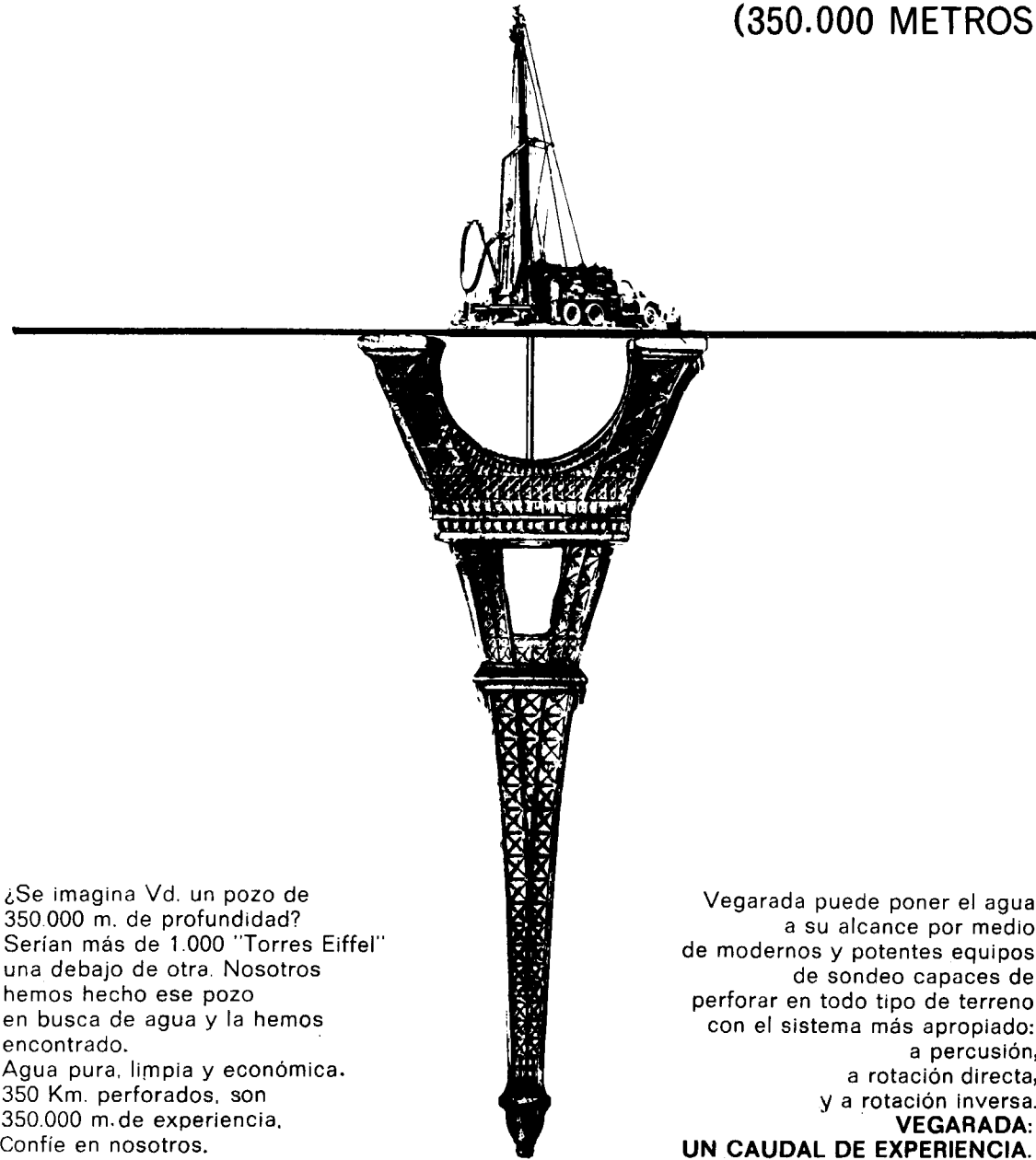
Arthur G. McKee & Company, Cleveland, Ohio, Usa

Ctip, Compagnia Tecnica Industrie Petroli spa, Roma, Italia

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

más de 1.000 veces la altura de la Torre Eiffel

(350.000 METROS)



¿Se imagina Vd. un pozo de 350.000 m. de profundidad? Serían más de 1.000 "Torres Eiffel" una debajo de otra. Nosotros hemos hecho ese pozo en busca de agua y la hemos encontrado. Agua pura, limpia y económica. 350 Km. perforados, son 350.000 m. de experiencia. Confíe en nosotros.

Vegarada puede poner el agua a su alcance por medio de modernos y potentes equipos de sondeo capaces de perforar en todo tipo de terreno con el sistema más apropiado: a percusión, a rotación directa, y a rotación inversa. **VEGARADA:** UN CAUDAL DE EXPERIENCIA.



Vegarada
perforaciones

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

S-11/P

Tomo 85

Fascículo I

Enero - Febrero 1974

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología	PASTOR GÓMEZ: El Precámbrico del Occidente Andaluz	1
	ALAIN FOUCAULT: L'âge d'Ampullina (ex Natica) leviathan précisé en Espagne du Sud (zona prébélique) grâce à des Calpionelles (Berriasien et Berriasien-Valanginien inférieur) ...	4
	PUJALTE: Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense superior-Barremiense), en la provincia de Santander (norte de España) ...	10
	M. A. DE SAN JOSÉ LANCHA, J. R. PELÁEZ PRUNEDA, L. VILAS MINONDO y R. P. HERRANZ ARAUJO: Las series ordovícicas y preordovícicas del sector central de los Montes de Toledo ...	21
Minería	CABALLERO, F. MENÉNDEZ DEL VALLE, y J. L. MARTÍN VIVALDI (†): Yacimientos españoles de bauxitas y alunitas	32
	IGME. DIVISIÓN DE MINERÍA: Mercado de minerales y concentrados de Plomo y Cinc ...	43
Geoquímica	J. L. BERZAL: Distribución de potenciales en un talud rocoso anisótropo saturado ...	58
Geotecnia	J. SAAVEDRA y A. G. SÁNCHEZ: Consideraciones geoquímicas sobre las rocas graníticas del área de Villar de Peralonso (Salamanca) ...	66
Estudios de Minerales y Rocas	M. UGIDOS MEANA: Características del metamorfismo en el área Béjar-Plasencia (Salamanca-Cáceres) ...	73
Información	Ciclo de conferencias sobre las actividades del Instituto Geológico y Minero de España en el III Plan de Desarrollo Económico y Social.—II Congreso Latino-americano de Geología.—II Reunión sobre Geología del SO de la Península Ibérica 1973.—Noticias.—Mercado de Minerales y Metales.—Información legislativa.—Notas bibliográficas	82

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 234 13 28

ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-1

Teléfono 276 20 01

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA

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

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

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

EXPLICACION DE LA PORTADA

Estratificación cruzada en festón («Trough Cross
Stratification»). Facies «weald» santanderina

Autor: V. PUJALTE (Univ. Bilbao)

Depósito legal: M. 3.279.-1958

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

El Precámbrico del Occidente Andaluz

Por V. PASTOR GOMEZ (*)

RESUMEN

Sugiere el autor la posibilidad de establecer la correlación entre las series proterozoicas del borde meridional de la Meseta y de la provincia de Málaga, sobre la base de determinadas semejanzas litológicas, y pese a las diferencias, que quizá podrían utilizarse para explicar la evolución paleogeográfica de esta porción meridional de la Península Ibérica.

SUMMARY

The author suggest the possibility of correlating both the proterozoic series of the southern border of the Meseta and Málaga province, based upon some lithologic resemblances, in spite of differences that maybe rather could be very useful to explain the paleogeographic evolution of the involved southern portion of the Iberian Peninsula.

Somos conscientes de que dejar indiferenciado el occidente andaluz, hablando de geología, puede parecer extraño; tan arraigada está la idea de que la depresión del Guadalquivir es frontera que aparta a dos países geológicos fundamentalmente distintos, el macizo ibérico y el macizo bético-rifeño, y deja inconexos los sistemas orográficos de Sierra Morena y Cordilleras Béticas.

Tanto el Paleozoico como el Precámbrico presentan notables diferencias, entre el borde meridional de la Meseta y la serranía malagueña, pero las series precámbricas, en particular, acusan también determinadas analogías, que permiten una comparación general, y quizá una correlación, a pesar de las discrepancias que la dificultan.

Conviene aclarar que, en ambos casos, la atribución al Precámbrico de los correspondientes te-

rrenos se basa en la presencia de una discontinuidad mayor, bajo horizontes paleozoicos bien datados, y en un salto relativamente importante en el metamorfismo regional de las series que se superponen por encima y por debajo de dicha discontinuidad; que en realidad es el criterio que desde Lotze, 1960, venimos utilizando la mayor parte de quienes estamos interesados en el problema del límite Proterozoico-Fanerozoico en la Península Ibérica. Por el momento, consideramos aleatorios los restantes criterios de carácter radiométrico, paleontológico o glaciárico, que pudiéramos aplicar.

En el borde de la Meseta, Arqueociátidos y Criptozoon datan la serie carbonatada del Cámbrico Inferior medio (Simon, en Lotze, 1961); es posible que restos de trilobites, hallados por Copeiro y Castelló en la zona de Sta. María de Trasierra, se encuentren en horizontes aún más bajos, si nuestra interpretación estructural fuera correcta;

(*) Dr. Ingeniero de Minas. Instituto Geológico y Minero de España.

es decir, en la serie detrítica inferior, cuya base situamos en un conglomerado de cantos elongados de cuarzo y cuarcita negra, que aflora en diversos puntos de la Hoja de Constantina actualmente en ejecución.

En la región malagueña, las "calizas alabeadas" de Blumenthal han dado fauna silúrico-devónica; aunque por el momento no hay pruebas de la existencia de sedimentos cámbricos y ordovícicos, nos inclinamos a pensar que, si existen, se encuentran por encima de la discontinuidad basal, materializada también por un conglomerado de cantos deformados de cuarzo y cuarcita negra, como en el caso del borde meseteño.

Y, en las dos regiones, una discordancia erosiva, cuya manifestación vemos en las diferencias observadas en la litología y metamorfismo del Precámbrico que sirve de base al Paleozoico, y un vulcanismo básico o ultrabásico marcan el comienzo de una nueva era geológica.

Opinamos que, en la porción inferior metamórfica del Bético de Málaga de Blumenthal se pueden distinguir los mismos términos de migmatitas y neises, neises y esquistos, esquistos y filitas, que también aparecen inmediatamente al norte del Guadalquivir, en las provincias de Sevilla y Córdoba. Concretamente, en la porción central del complejo metamórfico de la Serranía de Ronda hemos visto la famosa "serie negra" de Sierra Morena, con sus característicos horizontes de cuarcita negra.

Desde el punto de vista estructural, sólo es aparente la diferencia entre las directrices armoricana y variscica del borde de la Meseta y de la Serranía de Ronda respectivamente. En realidad, en la zona de Villanueva del Río y Minas del primero las directrices tectónicas giran bruscamente un ángulo de casi noventa grados, para tomar la orientación variscica, colocándose aquéllas prácticamente paralelas al curso del Guadalquivir. Este codo y el cabalgamiento que caracteriza al frente estructural de Sierra Traviesa, continuación del frente de Aracena-Almadén de la Plata (Alía Medina, 1963), son los principales responsables de la depresión del Guadalquivir, aunque en su formología también han contribuido, sin duda, la flexura y la falla de otros autores, como Macpherson, Groth, Hernández Pacheco, Brinkmann y Gallwith (en Gómez de Llarena, 1944). Ya en 1942, Simón llamó la atención sobre cierta analogía entre la zona del Guadalquivir y la costa del actual macizo armoricano francés.

En contraposición a estas semejanzas, entre los terrenos geológicos más antiguos de las regiones que estamos considerando existen dos diferencias fundamentales de carácter general; es fácil comprender que las diferencias deben ser numerosas a una escala de detalle.

Mientras que granitoides y granitos parecen constituir el muro del metamórfico de Andalucía noroccidental, los mármoles de Sierra Blanca sirven de base al metamórfico de Málaga. Bien es verdad que estos mármoles se suponen ser de edad triásica y, por tanto, estar cabalgados por su actual foránea cobertera precámbrico-paleozoica; pero el autor de esta nota no comparte tal opinión y estima que las pruebas que se aducen distan mucho de ser concluyentes. A menos que se demuestre de forma más convincente, hemos de admitir que el complejo metamórfico de la Serranía de Ronda comienza con los mármoles del núcleo de Sierra Blanca, que, por cierto, presentan una importante discontinuidad delatada, en una nota anterior, por Crespo Lara y el autor de ésta.

La segunda gran diferencia estriba en la presencia en Málaga de los extensos macizos ultrabásicos de Sierra Bermeja, Sierra Alpujata y Carratraca, que no existen al norte del Guadalquivir. Las ultrabásitas intruyen en la zona más occidental de neises y migmatitas, pero presentan morfología estratiforme en la porción oriental de Sierra Bermeja y en Sierra Alpujata. En estos macizos deben estar representados, al menos, los miembros magmáticos intrusivo y subvolcánico, e incluso es muy posible que también el volcánico; una de las características de los cuerpos estratiformes es precisamente la serpentinización que caracteriza al de Sierra Alpujata. No sería de extrañar, por otra parte, que uno de los horizontes extrusivos esté representado por las supuestas "virutas" arrancadas al macizo peridotítico en el corrimiento del Bético de Málaga sobre los mármoles considerados como alpujárrides.

Aunque, dada la importancia del magmatismo ultrabásico, pase desapercibido, lo cierto es que también existe un vulcanismo básico, en esta región, que se presenta en forma de diques y sills de diabasas en la porción superior de la serie metamórfica.

Al norte del Guadalquivir, el fin de la era proterozoica viene claramente señalado por un importante y duradero vulcanismo básico, que quizá pueda ser comparable al del Bético de Málaga.

BIBLIOGRAFIA

Nos preguntamos si estas diferencias, en lugar de suponer un impedimento para correlacionar las dos regiones andaluzas, no se podrían utilizar más bien para explicar la evolución paleogeográfica de esta porción meridional de la Península. El tema, precisamente por sus dificultades, se nos antoja atractivo para la III Reunión de Geología del SO.

El carácter de nota previa de este escrito y el limitado espacio disponible en la publicación aconsejan no entrar en detalles, que serán obligados en trabajo más extenso y mejor documentado, con estudio de la numerosa bibliografía; estas páginas se basan en las rápidas campañas de campo que hemos realizado con motivo de revisar la situación de los trabajos de cartografía de varias hojas del nuevo Mapa Geológico a escala 1:50.000.

ALIA MEDINA, M.: *Rasgos estructurales de la Baja Extremadura*. Bol. de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica, t. LXI, núm. 2. 1963.

GÓMEZ DE LLARENA, J.: Nota sobre las teorías en relación con la depresión del Guadalquivir, que incluye su traducción de Simón (1944).

LOTZE, F.: *El Precámbrico de España*. N. y C. del IGME, núm. 60. 1960.

LOTZE, F.: *Sobre la estratigrafía del Cámbrico Español*. N. y C. del IGME, núm. 61. 1961.

SIMÓN, G.: *La Sierra Morena de la Provincia de Sevilla en los tiempos postvariscicos*. Instituto Juan Sebastián Elcano. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1944.

Recibido: noviembre 1973

L'âge d'Ampullina (ex Natica) leviathan précisé en Espagne du Sud (zone prébéétique) grâce à des Calpionelles (Berriasien et Berriasien-Valanginien inférieur).

Par ALAIN FOUCAULT (*)

RESUMEN

El descubrimiento de Calpionelas en dos yacimientos que habían proporcionado ejemplares de *Ampullina leviathan* ha permitido precisar su edad. En uno de los yacimientos (en la Sierra Castril, provincia de Jaén), se trata del Berriasense; en el otro (Sierra Mariola, provincia de Alicante), del Berriasense-Valanginense inferior.

SOMMAIRE

L'âge de deux gisements ayant fourni, en Espagne méridionale, des *Ampullina leviathan*, est précisé par la découverte de Calpionelles. Dans un cas (Sierra de Castril, province de Jaen), il s'agit de Berriasien, dans l'autre (Sierra Mariola, province d'Alicante), de Berriasien-Valanginien inférieur.

Le gastéropode géant *Ampullina* (ex *Natica*) *leviathan* (PICT. et CAMP.) (= *Strombus sautieri* COQ.) (1) est répandu dans le domaine alpin externe (Jura, Savoie, Basses-Alpes, Provence, Portugal, Espagne, Afrique du Nord). Malgré l'opinion de certains auteurs (J. Pfender, 1932), il semble bien cantonné dans le Berriasien-Valanginien inférieur (Marbre bâtard du Jura, partie supérieure des "calcaires blancs inférieurs" des Bouches-du-Rhône (P. Donze, 1958, P. Marie et D. Mongin, 1957).

En Espagne du Sud, il n'a été cité, jusqu'à présent qu'en quatre endroits, tous situés dans le Prébéétique (zone la plus septentrionale des Cordillères bétiques). Ces quatre gisements sont, de l'E vers l'W (voir. fig. 1): Oliva (E. Bosca, 1922), Ador (B. Darder, 1945, p. 213, mais cet auteur n'ayant pas lui-même fait la récolte, un doute plane sur cette lo-

calisation), la Sierra Mariola, près de la ferme de La Querola (R. Nicklès, 1892, R. Busnardo et M. Durand Delga, 1960) et la Sierra del Pozo

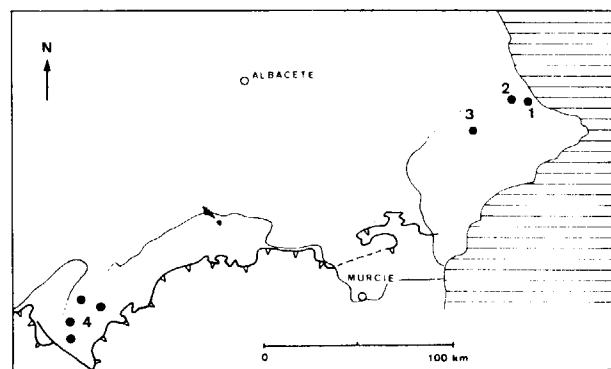


Fig. 1

Position des gisements d'*Ampullina leviathan* dans les Cordillères bétiques.

1. Oliva; 2. Ador; 3. Sierra Mariola; 4. Sierras del Pozo et de Castril.

(*) Département de Géologie structurale, Université de Paris VI et Laboratoire associé au C. N. R. S. n.° 145, Géologie méditerranéenne.

(1) Voir synonymie dans P. Marie et D. Mongin, 1957.

(A. Foucault, 1964). Ces couches n'avaient été étudiées de manière détaillée que dans la Sierra Mariola.

L'âge des couches à *A. leviathan* dans la Sierra Mariola (voir tableau).

Dans cette montagne, les auteurs étaient partagés quant à l'âge à attribuer à ces couches qu'ils rappor-

Ils n'éliminaient pas totalement, toutefois, l'idée d'un âge valanginien (s. l.).

Pour E. Fourcade (1970) cependant, la limite supérieure du Jurassique passerait plus bas. En effet, il a trouvé, dans des calcaires immédiatement superposés aux couches à *Ampullina leviathan* (niveau 10 de R. Busnardo et M. Durand Delga), une association comportant *Pfenderina neocomiensis*, *Trocho-*

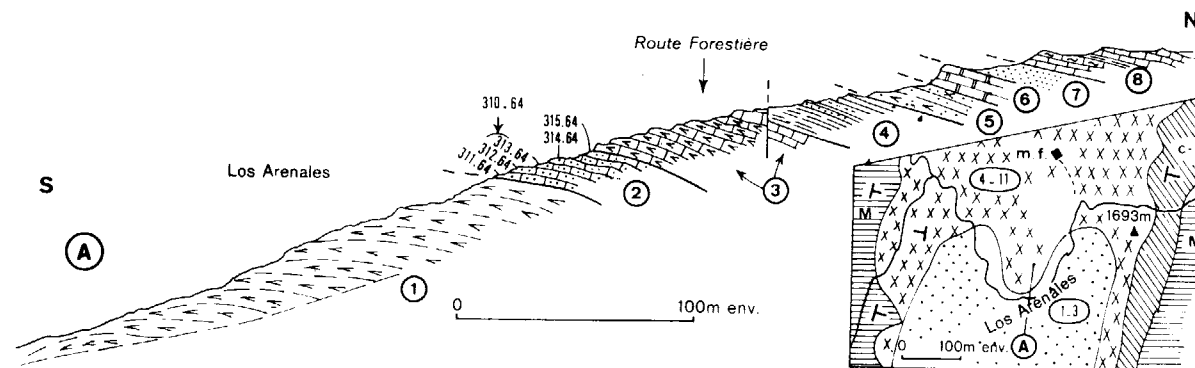


Fig. 2

Coupe du Crétacé inférieur de Los Arenales (Sierra de Castril).

- 1) Dolomie grise ou brunâtre, saccharoïde ou bréchique, souvent altérée en sable dolomitique (plus de 70 m). Portlandien?
- 2) Calcaire marneux blanc lité, parfois gréseux (20 m) Berriasien.
 - 310.64: *Ampullina leviathan*, Ammonites et Oursins indéterminables. Une lame mince taillée dans *A. leviathan* a montré: *Tintinnopsella longa*, *T. gr. carpathica-longa*, *Calpionellopsis gr. simplex*: Berriasien élevé? (Toutes les déterminations de Calpionelles de ces couches sont, ainsi que les attributions d'âge correspondantes, dues à M. Durand Delga).
 - 311.64: Intra-pelmicrite à Calpionelles R: *Calpionella alpina*, *C. gr. elliptica*, *T. carpathica* à large col, *Crassicollaria parvula*, *Calpionellopsis simplex* Lenticulines AA, Cyanophycées formant des pseudo-pisolithes (oncolithes). Berriasien plutôt bas.
 - 312.64: Intra-pelmicrite à Calpionelles R, *C. gr. alpina*, *T. cf. carpathica* (courte), *T. longa*, *Calpionellopsis simplex*, Miliolites. Berriasien plutôt bas.
 - 313.64: Intra-pelmicrite à Calpionelles R: *C. gr. alpina*, *T. longa*, *Remaniella dadayi*, *Calpionellopsis sp.*, Trocholines TR, Berriasien.
 - 314.64: Intra-pelmicrite à *Calpionellopsis simplex*, très peu de quartz, débris d'Echinodermes. Berriasien plutôt haut.
 - 315.64: Intramicrite à *Calpionellopsis simplex*, très peu de quartz. Berriasien plutôt haut.
- 3) Calcarénites sableuses, irrégulièrement dolomitisées, à Trocholines, grossières et à Polypiers au sommet (40 m). Valanginien inférieur?
- 4) Marnes sableuses jaunes, puis grès à grosses dragées de quartz (25 m). Valanginien supérieur-Hauterivien basal probable. (*Crioceras sp.?*).
- 5) à 8) Dolomies, calcaires gréseux et sables à *Rudistes* et *Orbitolines* (Aptien-Albien).

taient tantôt au sommet du Jurassique, tantôt à la base du Crétacé.

Nicklès qui, le premier (1892), a fait connaître ces niveaux, les situait à la base du Crétacé. Il était, en cela, suivi par B. Darder (1945).

Mais, plus tard, R. Busnardo et M. Durand Delga (1960), qui avaient revu avec précision cette coupe, penchèrent pour un âge jurassique supérieur du fait que, plus haut, on trouvait une faune de Madréporaires à rapporter au Portlandien (J. Alloiteau, 1960).

lina alpina, *Pseudocyclammia lituus* et "*Conicospirillina*" *basilensis*. Le premier de ces foraminifères caractérise, pour lui, le Berriasien-Valanginien inférieur.

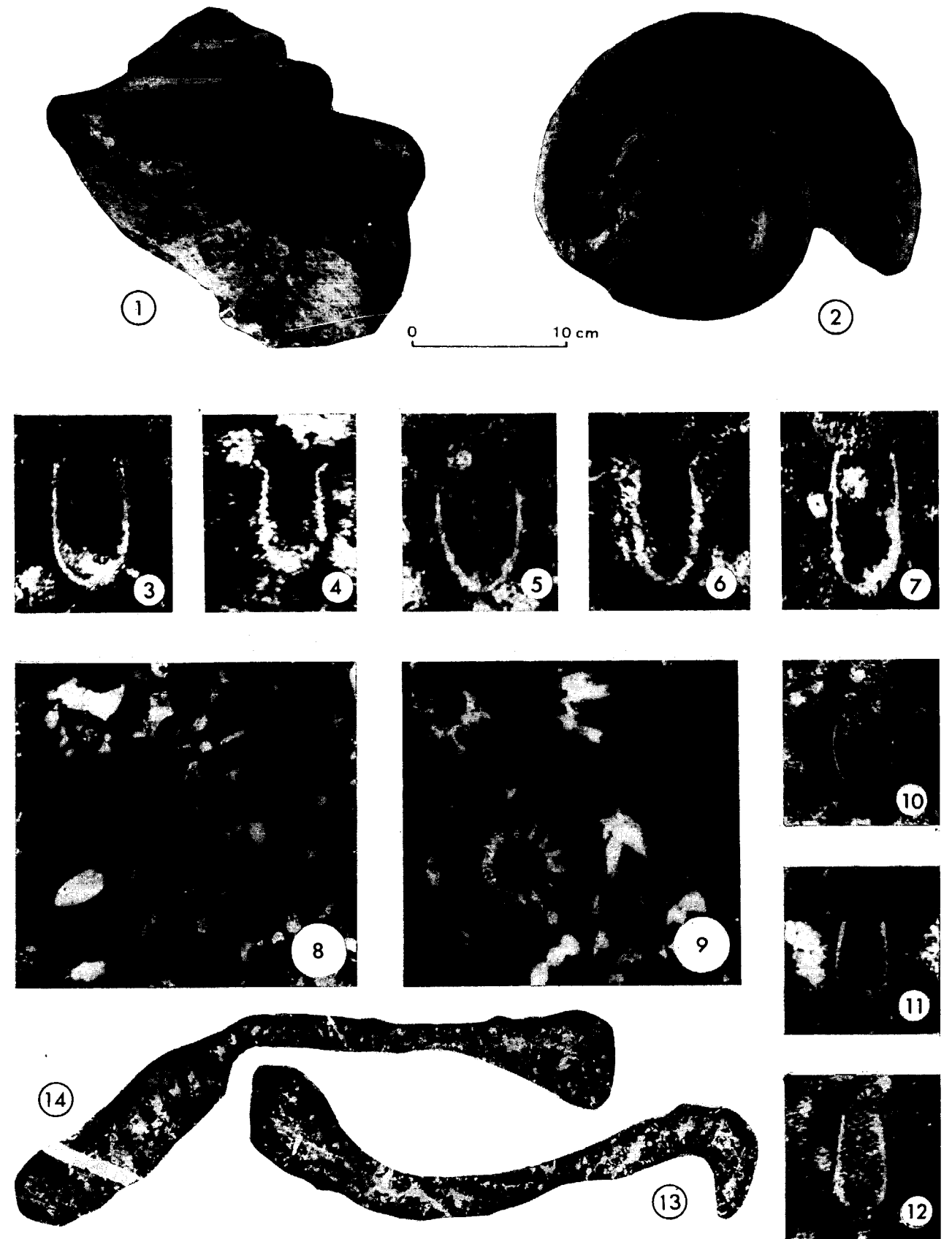
En compagnie de cet auteur (2), j'ai pu effectuer une courte excursion sur les lieux de ces observations et prélever quelques échantillons dans les ni-

(2) Que je remercie pour son aide et pour l'intérêt a pris à ce travail.

TABLEAU: limite Jurassique-Crétacé dans la Sierra Mariola.

Niveaux distingués par R. Busnardo et M. Durand Delga (1960).	Niveaux distingués par R. Nicklès (1892).	Adjonctions de E. Fourcade 1970 (mêmes numéros et épaisseurs que R. Busnardo et M. Durand Delga).	A. Foucault (cette note).
14 a: Marnocalcaires et Marnes à Ourgins, Lamellibranches et Ammonites du Valanginien (sup.?).	Calc. sableux à " <i>Hoplites neocomiensis</i> , <i>Holcostephanus astieri</i> " 7-8 m.).		
13: grès calcaireux à <i>Balanocidaris maresi</i> (60 m.).			
limite Jurassique-Crétacé probable	Grès durs, brun foncé (60 m.).		
12: grès calcaireux, et calcaires à Polypiers, Rudistes et Lamellibranches (70 m.).		<i>Trocholina elongata</i> .	Berriasien-Valanginien
11: calcaire marneux et sableux à Brachiopodes et Gastéropodes (<i>Harpagodes</i> (1) <i>Sp.</i>) 30 m.	Calcaires à <i>Pygurus montmolini</i> et <i>Pterocera</i> (1) <i>pelagi</i> (30 m.).	<i>Pseudocyclammina lituus</i> , <i>Trocholina alpina</i> , <i>T. elongata</i> .	
10: calcaires pseudoolithiques et oolithiques à Trocholines et Dasycladacées (40 m.).		<i>Pseudocyclammina lituus</i> , <i>Pfenderina neocomiensis</i> " <i>Conicospirillina</i> " <i>basilensis</i> .	
9: marnes sableuses jaunâtres et marno-calcaires à <i>Natica leviathan</i> (50 m.).			← <i>Ammacycloloculina erratica</i> .
limite Jurassique-Crétacé possible.			
8: calcaires marneux à <i>Salpingorella annulata</i> et? <i>Clypeina jurassica</i> (4 m.).	Calcaires gris jaunâtre à <i>Natica leviathan</i> (100 m.).		
7: Marnocalcaires à Lamellibranches et Gastéropodes (40 m.).		↑ limite Jur.-Crét. possible. limite Jur.-Crét. probable. ↓	Position du niveau à <i>Tintinnopsella cf. carpathica</i> , <i>Calpionellopsis oblonga</i> , <i>Actinoporella podolica</i> . ←
6: calcaire sublithographique à <i>Actinoporella podolica</i> (moins de 10 m.).			Age incertain.
5: grès calcaireux gris ou rose, à la base calcaire à Trocholines, Clypeïnes (50 m.).	Grès rouge vif (20 m.).	<i>Cladocoropsis mirabilis</i> .	Jurassique probable.
3 et 4: calcaires lités à? Ibérines à la base puis Trocholines, Clypeïnes etc. (300 m.).	— Calcaires bréchoïdes (300-400 m.), — Calcaires marneux gris-bleu (20-30 m.), — Calcaires marneux compacts.	<i>Actinoporella podolica</i> .	Jurassique
2: calcaires dolomitiques à <i>Iberina lusitanica</i> ... (40 m.).		<i>Salpingoporella sp.</i>	
1: dolomies azoïques.			

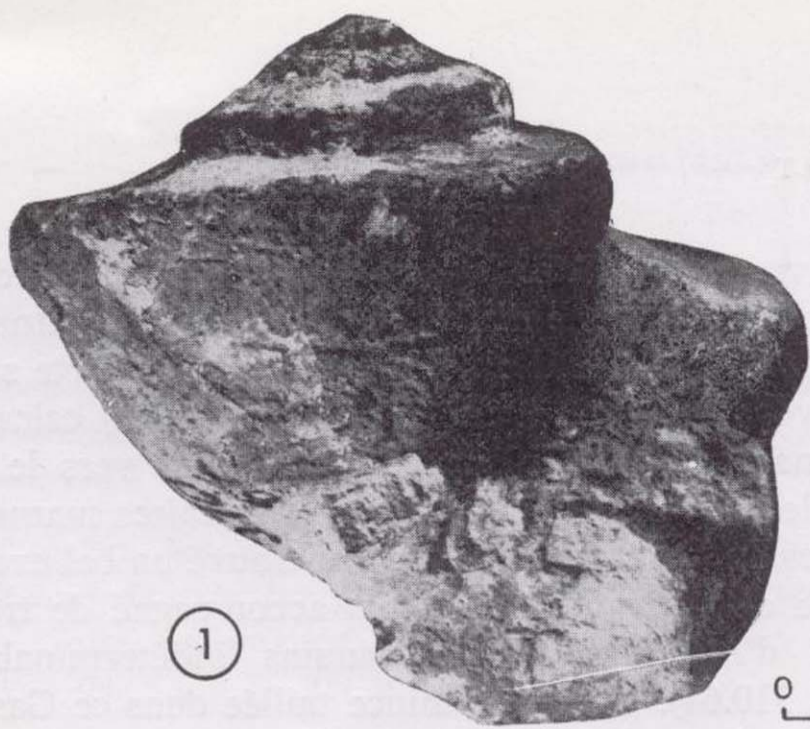
(1) Ces deux genres sont très voisins.



1 et 2: *Ampullina leviathan*; face orale (1) et face apicale (2), éch. 310.64 (×0,28).
3: *Calpionellopsis simplex*, éch. 310.64 (×200).
4: *Tintinnopsella sp.*, éch. 310.64 (×200).
5: *Remaniella su.* (*R. cadischiana* passant à *R. dada yi*), éch. 313.64 (×200).
6: *Tintinnopsella sp.*, éch. 313.64 (×200).

7: *Tintinnopsella longa*, éch. 313.64 (×200).
8: Microfacès de l'échantillon 310.64 (×25).
9: Microfacès de l'échantillon 2734 (×25).
10: *Tintinnopsella gr. carpathica*, éch. 2734 (×200).
11 et 12: *Calpionellopsis oblonga*, éch. 2734 (×200).
13 et 14: *Ammacycloloculina erratica* MAYNC. Sch. 2739 (×10).

(Photos G. Vignard - 1, 2, 13 et 14 - et A. Foucault - 3 à 12.)

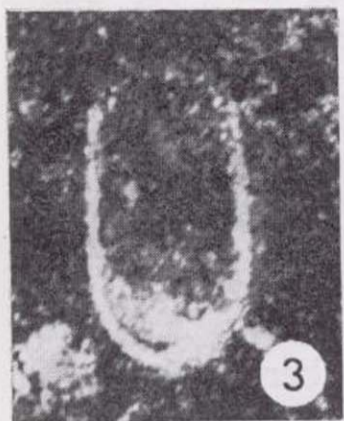


1

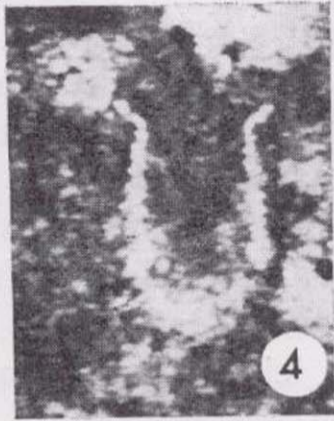


2

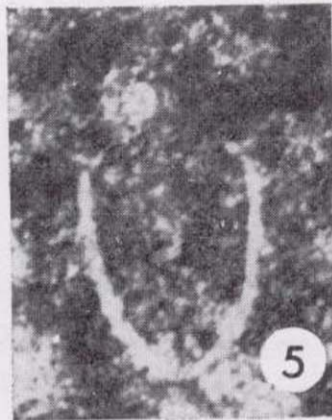
0 10 cm



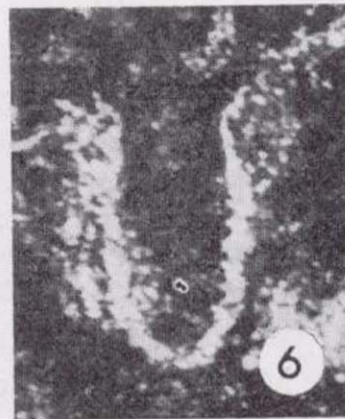
3



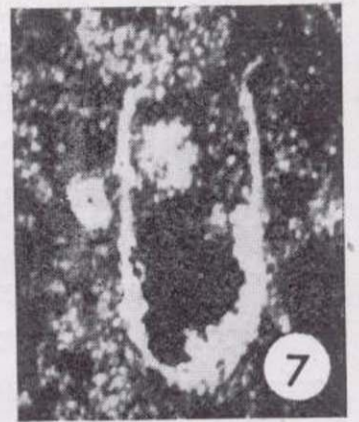
4



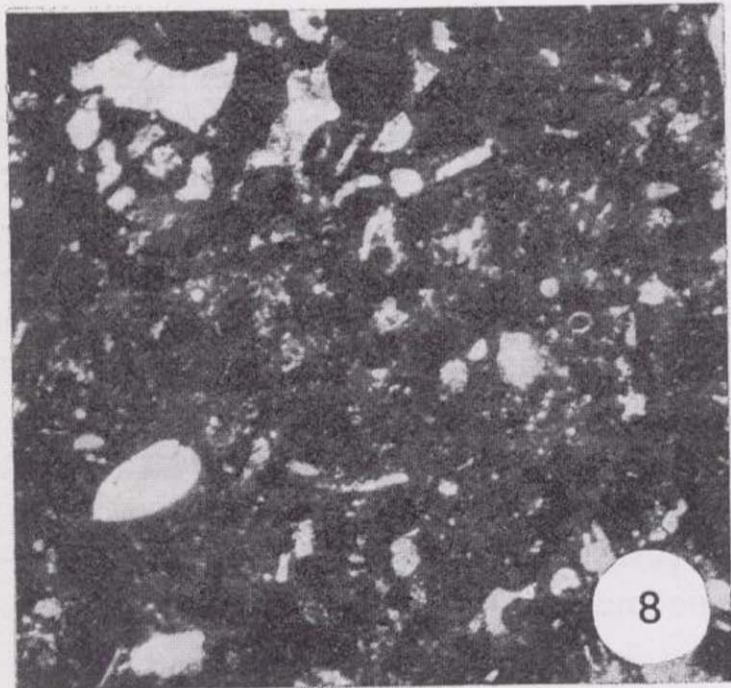
5



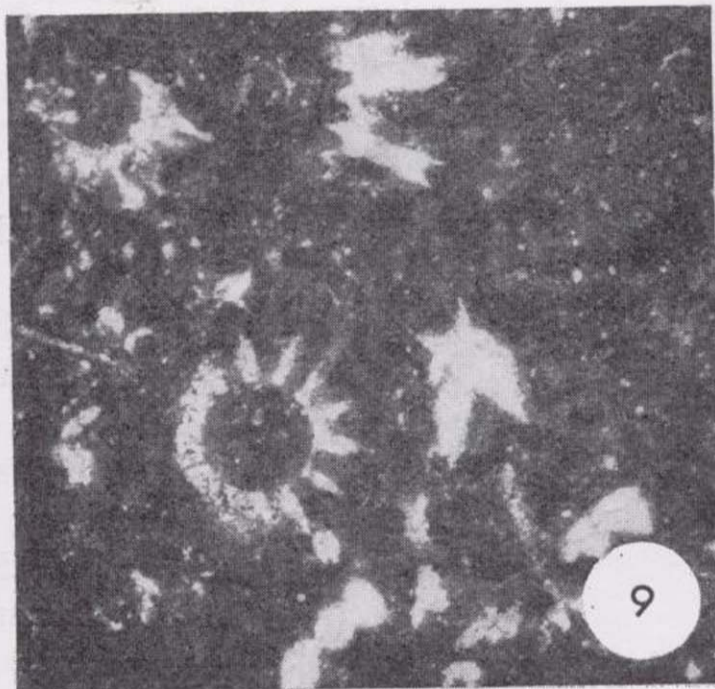
6



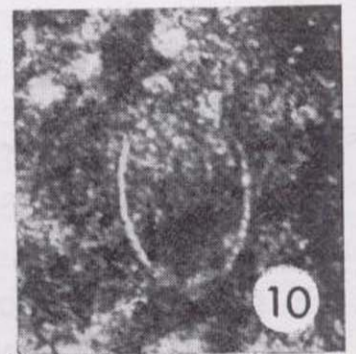
7



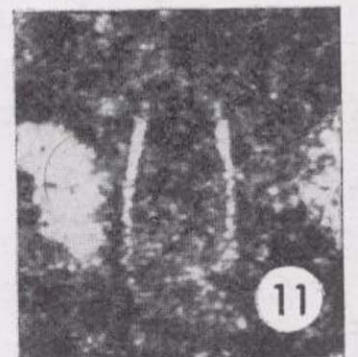
8



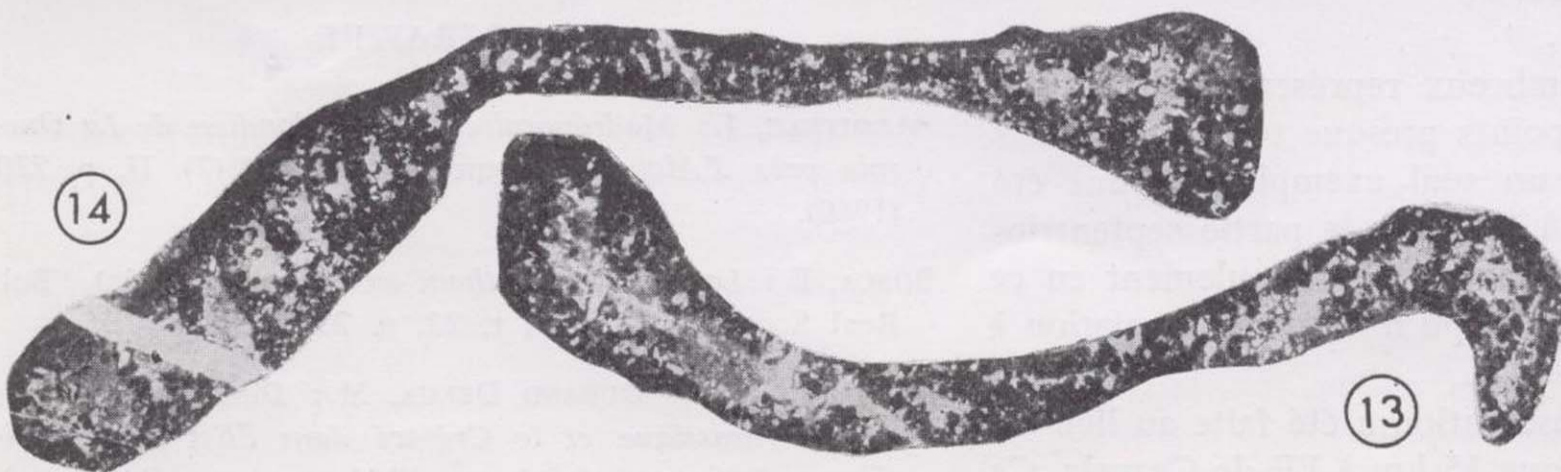
9



10

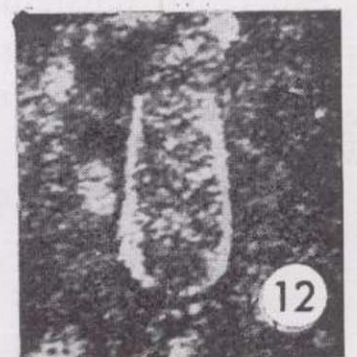


11



14

13



12

1 et 2: *Ampullina leviathan*; face orale (1) et face apicale (2), éch. 310.64 ($\times 0,28$).
 3: *Calpionellopsis simplex*, éch. 310.64 ($\times 200$).
 4: *Tintinnopsella* sp., éch. 310.64 ($\times 200$).
 5: *Remaniella* su. (*R. cadischiana* passant à *R. dada yi*), éch. 313.64 ($\times 200$).
 6: *Tintinnopsella* sp., éch. 313.64 ($\times 200$).

7: *Tintinnopsella longa*, éch. 313.64 ($\times 200$).
 8: Microfaciès de l'échantillon 310.64 ($\times 25$).
 9: Microfaciès de l'échantillon 2734 ($\times 25$).
 10: *Tintinnopsella* gr. *carpathica*, éch. 2734 ($\times 200$).
 11 et 12: *Calpionellopsis oblonga*, éch. 2734 ($\times 200$).
 13 et 14: *Ammacycloloculina erratica* MAYNC. Sch. 2739 ($\times 10$).

(Photos G. Vignard - 1, 2, 13 et 14 - et A. Foucault - 3 à 12.)

veaux 7 à 9 de R. Busnardo et M. Durand Delga, en un point où leur épaisseur totale ne m'a guère sembler excéder 50 m.

Très près de la base, marno-calcaire, des niveaux 7, les premières couches dures m'ont livré, en lame mince une association comportant des Algues (*Actinoporella podolica?*) et de très rares Calpionelles (*Tintinnopsella cf. carpathica* et *Calpionellopsis oblonga*) (3). Cette dernière espèce caractérise le Berriasien et nous assure ainsi que la limite sommitale du Jurassique est à placer plus bas encore. Il est difficile de dire où exactement, les associations décrites dans les couches 4 et 5 n'étant pas suffisantes pour être catégorique.

Notons toutefois que *Cladocoropsis mirabilis*, connu dans le niveau 5 (E. Fourcade, 1970), est un argument pour rapporter ces grès au Jurassique (Y. Champetier et E. Fourcade, 1966). L'opinion de R. Nicklès nous semble ainsi conforme aux faits. Il en découle, en accord avec les idées de E. Fourcade, que la faune de Madréporaires décrite par J. Alloiteau (1960) est à rapporter non au Portlandien mais au Berriasien-Valanginien.

Nous soulignerons notre conclusion relative à l'âge des couches à *Ampullina leviathan* —dont nous avons trouvé un exemplaire au niveau indiqué par R. Busnardo et M. Durand Delga—: elles ne peuvent, en ce lieu, être antérieures au Berriasien (du fait des Calpionelles) et postérieures au Valanginien (du fait des Ammonites) et même, probablement, au Valanginien inférieur (du fait de l'association de Foraminifères du niveau 10). Notons la présence, au sommet du niveau 9, d'un Foraminifère arénacé de grandes dimensions: *Ammocycloloculina erratica* MAYNC (dét. Fourcade, voir pl. photo, fig. 13 et 14).

L'âge des couches à A. leviathan de la Sierra de Castril (Los Arenales).

J'ai trouvé de nombreux représentants de cette espèce en plusieurs points presque tous situés dans la Sierra del Pozo, un seul exemplaire ayant été récolté un peu plus à l'E dans la partie septentrionale de la Sierra de Castril. C'est seulement en ce dernier gisement que j'ai pu noter son association à des Calpionelles.

Cette dernière observation a été faite au lieu dit Los Arenales, à quelque 15 km à l'E de Cazorla. Ce point est facilement accessible par la route forestière

(3) Les déterminations de Calpionelles sont dues à M. Durand Delga ou ont été revues par lui.

qui, venant de Cazorla par la Nava de San Pedro, se poursuit par une mauvaise piste jusqu'à Pontones.

On observe, sur des dolomies que je rapporte sans preuve directe au Portlandien, une série calcaire ou marno-calcaire plongeant faiblement vers le N. Dès les premiers mètres, dans des calcaires marneux blancs, lités, parfois gréseux, j'ai trouvé un bel exemplaire de *Ampullina leviathan* accompagné de tronçons d'Ammonites et d'Oursins indéterminables (éch. 310.64). Une lame mince taillée dans ce Gastéropode a montré: *Tintinnopsella cf. longa*, *T. gr. carpathica*, *Calpionellopsis simplex*. Il s'agit là de Berriasien. Des lames minces taillées dans les bancs immédiatement sus-jacents (éch. 311.64 à 315.64) ne font que confirmer cette attribution. Viennent ensuite (3) des calcaires sableux (équivalent des niveaux 10 à 13 de la Sierra Mariola?) puis des marnes sableuses à débris d'Ammonites (équivalent probable du niveau 14 a de la Sierra Mariola).

En conclusion, l'âge de ces couches à *Ampullina leviathan* est, ici, très précisément berriasien.

Conclusión.

Ainsi, pour la première fois à ma connaissance, l'âge d'*Ampullina leviathan* est précisé grâce à des Calpionelles, microfaunes pélagiques qu'on s'accorde aujourd'hui pour considérer comme très significatives du point de vue stratigraphique. Dans un gisement (Sierra Mariola), cet âge est limité au Berriasien-Valanginien (très probablement inférieur); dans l'autre, il est berriasien.

Ce fait est une preuve de plus de la localisation dans le Crétacé basal de ce Gastéropode dont l'existence dans le Jurassique ou dans des niveaux post-valanginiens ne me paraît pas démontrée.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLOITEAU, J.: *Madréporaires du Portlandien de La Querola près d'Alcoy* (Espagne). "B.S.G.F." (7), II, p. 228 (1960).
- BOSCA, E.: *La Natica leviathan en Oliva* (Valencia). "Bol. Real Soc. Esp. H. N.", t. 22, p. 253 (1922).
- BUSNARDO, R. et DURAND DELGA, M.: *Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé dans l'Est des Cordillères bétiques* (régions d'Alcoy et d'Alicante). "B. S. G. F." (7), II, p. 278-287 (1960).
- CHAMPETIER, Y. et FOURCADE, E.: *A propos de Cladocoropsis mirabilis FELIX dans le Jurassique supérieur du*

Sud-Est de l'Espagne. "Estudios geol.", XXII, p. 101-111 (1966).

DARDER PERICÁS, B.: *Estudios geológico del Sur de la provincia de Valencia y Norte de la de Alicante*. "Bol. Inst. Geol. min. Esp.", LVII, 2 vol. (1945).

DONZE, P.: *Les couches du passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur les pourtours de la "fosse vocontienne"*. "Trav. Lab. Géol. Fac. Sci". Lyon (N. S.), n. 3, 221 p. (1958).

FOUCAULT, A.: *Sur les rapports entre les zones prébétiques et subbétiques entre Cazorla (province de Jaen) et Huéscar (province de Grenade, Espagne)*. "Geol. Mijn", 7, p. 268 (1964).

FOUCAULT, A.: *Etude géologique des environs des sources du Guadalquivir (provinces de Jaen et de Grenade, Espagne méridionale)*. Thèse Sciences Paris, 633 p., 193 fig. (1971).

FOURCADE, E.: *Le Jurassique et le Crétacé aux confins des chaînes bétiques et ibériques (Sud-Est de l'Espagne)*. Thèse Sciences Paris, 427 p., 57 fig., 37 pl. photo (1970).

MARIE, P. et MONGIN, D.: *Le Valanginien du Mont-Rose de la Madrague (Massif de Marseilleveyre, Bouches-du-Rhône)*. "B. S. G. F." (6), VII, p. 401-424, pl. XXVII. (1957).

MORET, L. et PACHOUD, A.: *Sur l'âge du "calcaire grossier" de Montagnole près de Chambéry (Savoie)*. C. R. somm. S. G. F.", p. 97 (1948).

NICKLES, R.: *Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la province d'Alicante et du Sud de la province de Valence (Espagne)*. "Ann. Hébert", I, 220 p. (1892).

PFENDER, J.: *Sur la présence de Natica leviathan Pict. et Camp. dans les calcaires portlandiens de la région marseillaise*. "C. R. somm. S. G. F.", p. 117 (1932).

Recibido: Abril 1973.

Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense superior-Barremiense), en la provincia de Santander (norte de España)

Por V. PUJALTE (*)

RESUMEN

La sucesión litológica de la facies Weald (Valanginiense superior-Barremiense), en la provincia de Santander (área de Vega de Pas, puerto de Las Estacas), presenta una mayor diversidad vertical de lo que hasta ahora se ha reconocido. Tras un detallado estudio de la columna estratigráfica tipo, serie de Vega de Pas, se diferencian por vez primera cuatro tramos, distintos por su litología, estructuras sedimentarias y contenido fósil, que se designan provisionalmente como W₁, W₂, W₃ y W₄. El tramo W₁ tiene particular importancia por cuanto constituye el nivel base de la facies Weald en la provincia de Santander.

Se discuten además las hipótesis paleogeográficas ya publicadas sobre estos términos.

ABSTRACT

The litological succession of the Weald Facies (Upper Valanginian-Barremian) in the province of Santander in Northern Spain, has been found to be of greater vertical diversity than was hitherto realized. After a careful study of the type section, four different units are distinguished for the first time, on account of their different litology, sedimentary structures and fossil content.

The lower unit, W₁, shows a predominance of sandstone, commonly microconglomeratic, its characteristic sedimentary structures being scoured surfaces and cross-stratification. It is followed by a mainly clayey unit, W₂, with symmetrical ripples and sun cracks. Fresh water gasteropoda and lamelibranchii are very frequent. The W₃ which overlies this unit, mainly consists of red siltstone and claystone, and no sedimentary structures other than animal burrows, likewise plentiful in the W₃, are found. Finally the upper unit, W₄, presents again sandstone as the major litology, and it is very rich in sedimentary structures such as scoured surfaces, cross-stratification, cross-lamination, ripple marks symmetrical and asymmetrical and deformational structures.

Previous hypothesis concerning the origin of these materials are discussed on the light of the new data.

I. INTRODUCCION

Como parte del programa de investigación del Departamento de Geotectónica de la Universidad de Bilbao se iniciaron en 1971 varias tesis de doctorado en la Cuenca Cantábrica (1).

(*) Departamento de Geotectónica. Facultad de Ciencias, Apartado 644. Bilbao.

(1) Marcos A. Lamolda estudia los foraminíferos planctónicos del Turoniense; Joaquín García Mondéjar investiga la estratigrafía y sedimentología del Complejo Urgoniano en el borde occidental de la Cuenca Cantábrica, y V. Pujalte estudia la estratigrafía y sedimentología de las facies Purbeck y Weald.

Los trabajos relacionados con una de ellas han permitido el que pueda presentarse este trabajo con las primeras conclusiones de interés.

Mi atención se centra principalmente sobre las facies Purbeck y Weald de la provincia de Santander, representadas por afloramientos continuos que se extiende desde las últimas estribaciones del Macizo Asturiano, hasta, aproximadamente, el meridiano de Santander; a partir de aquí se ocultan bruscamente bajo los sedimentos marinos Aptienenses, no reapareciendo hasta Ramales, unos 20 Km. al Este (fig. 1).

II. ANTECEDENTES

Como es sabido, el Jurásico terminal y Cretácico basal de la Cordillera Cantábrica (Norte de España) está representado por una potente serie sedimentaria no marina, conocida como de facies Wealdense.

Desde que, en 1876, fue dada a conocer por A. González Linares, numerosos autores han realizado estudios sobre ella, principalmente encaminados a esclarecer su complicada estratigrafía; de ellos destacaremos a Mengaud (1920), Ciry (1940) y Rat (1959, 1961, 1962, 1963), que fueron los primeros en intentar correlaciones a escala regional.

Mención aparte merece Ramírez del Pozo, que, en 1969, publica los resultados de un detallado estudio estratigráfico-micropaleontológico, que significa un importante avance para el conocimiento estratigráfico de estas facies. En él se correlacionan detalladamente 19 secciones levantadas en diversas áreas de la cuenca, se construyen mapas de isocapas y se da la distribución geográfica de las facies. Se hace, además, un intento de correlación con otra cuencas wealdenses europeas.

Gracias a estos y otros estudios (2), se admite actualmente la existencia de dos "grupos" individualizados dentro del Conjunto Wealdense:

1. El inferior, Facies Purberkiense, comprende los sedimentos depositados durante el Malm superior (el carácter marino se pierde durante el Oxfordiense, Calloviense o Kimmeridgiense según las zonas) y el Cretácico basal, hasta el Valanginiense inferior inclusive. La facies Purberkiense está formada por materiales carbonatados, con contenido variable de arcilla y/o arena. La potencia es muy variable según el área: En cortes de superficie se han citado potencias entre 50-300 metros. En sondeos se ha llegado a alcanzar 600 metros en la zona de Ayoluengo (Burgos). Contienen una microfauna, principalmente ostrácodos, relativamente abundante, que ha permitido su división y correlación. La microfauna asimismo demuestra un ambiente de aguas salobres, excepción hecha del Valanginiense inferior, que por presentar una asociación de briozoos, equinodermos y espongiarios es interpretado como depositado en un medio marino somero.

2. El grupo superior, facies Wealdense propiamente dicha, está formada por una secuencia mu-

(2) En el trabajo de Ramírez del Pozo, se hace un detallado resumen de las diversas publicaciones existentes.

Los estudios realizados hasta ahora han aportado gran cantidad de nuevos datos para el conocimiento del origen y procesos sedimentarios que dieron lugar a estos materiales.

Por una parte, se ha establecido el paso desde la facies Purbeck a la Weald, tránsito que coincide con la aparición de un nivel arenoso muy característico y constante; se ha realizado también la cartografía de los afloramientos Weald existentes en las hojas 57 (Cabezón de la Sal), 58 (Los Corrales de Buelna), 59 (Villacarriedo), 82 (Tudanca), 83 (Reinosa) y 84 (Espinosa de los Monteros); y, por primera vez, se ha efectuado la individualización cartográfica del Purbeck y Weald en un área de tal extensión; por razones obvias no es posible presentar ahora estos resultados.

En segundo lugar han sido subdivididos los materiales pertenecientes a la facies Weald por criterios sedimentológicos y estratigráficos, y esto tiene valor por cuanto hasta ahora la serie Weald ha sido considerada como comprensiva e indivisible, por ser casi azoica.

En fin, se ha puesto de manifiesto la existencia de una gran cantidad de estructuras sedimentarias, a las que tanta atención se presta en la sedimentología moderna. Para su estudio, así como para los demás aspectos de interés de estas facies, se cuenta con la inestimable ayuda del profesor P. Allen y del doctor J. R. L. Allen, con quienes manteniendo relación hace tiempo.

El objeto específico del presente artículo es el de describir un corte completo de la facies Weald, de la región, dándole el carácter de serie tipo, así como los criterios utilizados para su subdivisión en tramos. Con los nuevos datos se discuten y rechazan algunas de las interpretaciones paleogeográficas que se han publicado anteriormente.

Se hace constar especialmente el agradecimiento al doctor Ramírez del Pozo, como conocedor de la Geología de estas regiones, por su orientación y ayuda en el momento de seleccionar el tema de mis investigaciones.

También quiero manifestar mi agradecimiento a J. G.^a Mondéjar, que me ha acompañado sobre el terreno, aportando valiosas sugerencias.

Este artículo se ha beneficiado ampliamente en claridad y contenido de la lectura crítica realizada por el doctor V. García-Dueñas, sobre un manuscrito original, a quien expreso mi sincero reconocimiento.

cho más potente que la anterior, constituida fundamentalmente por areniscas y arcillas. Su espesor es asimismo muy variable, encontrándose las potencias máximas citadas, de unos 2.000 metros entre Reinosa y Ramales (fig. 1). Abarca desde el Valanginiense superior hasta el Barremiense, y en algún punto, el Aptiense inferior. Contrariamente al grupo inferior, la serie es muy pobre en fósiles de valor estratigráfico, lo que ha impedido hasta ahora su división y correlación.

En las resoluciones del I Coloquio de Estratigrafía del Jurásico de España se recomienda la utilización de los términos facies Purbeck para designar el grupo inferior y facies Weald para el grupo superior. Utilizaré por el momento esta nomenclatura.

Todos los trabajos reseñados han interpretado fundamentalmente los datos estratigráficos, sin analizar o recoger los más específicamente sedimentológicos. A pesar de esta laguna en la información, algunos autores han establecido hipótesis para explicar la génesis y paleogeografía de estos materiales. Rat (1959, fig. 5, pág. 91) supone que los sedimentos Weald del anticlinal vizcaíno, principalmente constituidos por arcillas negras, se habrían depositado en un "golfo marino de aguas salobres", y la zona santanderina representaría "una vasta zona deltaica" en la que se depositaron series fundamentalmente arenosas. También es de Rat (1963), la hipótesis que propone que la formación de estas facies estaría ligada a cambios climáticos.

Ramírez del Pozo y Aguilar Tomás (1968, 1972), analizan el paso del Jurásico marino a las facies Purberk en la región de Santander-Burgos, y con datos de numerosas secciones estratigráficas y sondeos, dibujan mapas de isocapas, de litofacies y de distribución horizontal de fósiles, con los que caracterizan los distintos medios deposicionales del Purbeck y Weald en la cubeta santanderina, a la que suponen individualizada de la vizcaína.

Es interesante subrayar que de los dos grupos, la facies Weald es peor conocida, sin duda por su ya citada escasez faunística y su aparente homogeneidad litológica. De este modo la facies ha sido descrita como "complejo arenoso y arcilloso", o "monótona alternancia de areniscas y arcillas", y sólo ocasionalmente se ha intentado subdividirla. No existen datos publicados sobre su petrografía detallada que es descrita como "muy variable" (Memoria hoja 11, Reinosa, del Mapa Geológico 1:200.000 IGME), y en lo que atañe a sus estruc-

turas sedimentarias sólo se ha citado la existencia ocasional de ripple marks, y de estratificaciones cruzadas en la parte superior.

III. SERIE TIPO PARA LA FACIES WEALD DE SANTANDER

Con el fin de evaluar la variabilidad vertical de la facies Weald se ha realizado un detallado estudio de la columna estratigráfica en la zona de Vega de Pas-Puerto de las Estacas (fig. 1).

La importancia de este corte para el conocimiento de la litoestratigrafía de la facies Weald es doble: Por un lado se encuentra en la zona de mayores espesores de sedimentos, por lo que cabe esperar que la columna sea más completa. Y además esta zona es la única donde afloran claramente el techo y el muro de la facies: Hacia el Oeste, Cabuerniga, no existen sedimentos más modernos; al Sur, la desaparición de las calizas Aptienses hace difícil situar la posición del techo, sobre todo por la existencia de una nueva formación continental, las "Arenas de Utrillas"; al Norte y al Este, por

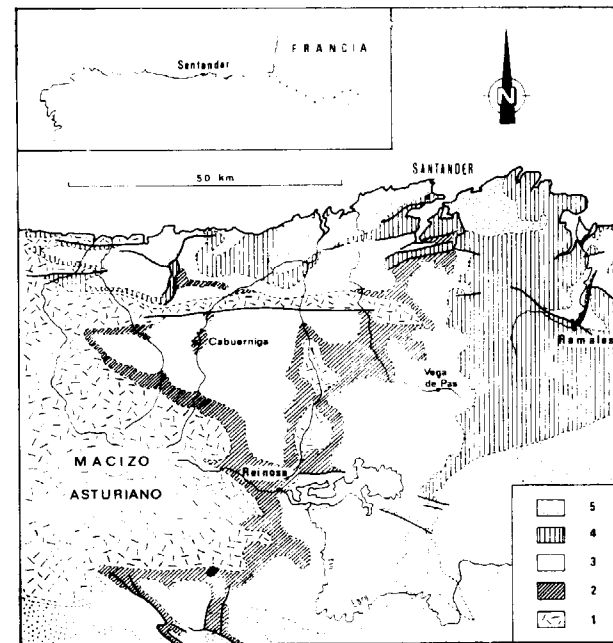


Figura 1

Localización geográfica y geológica del área estudiada, y situación de las localidades citadas en el texto. (Según Rat, 1962, modificado.)

1. Paleozoico; 2. Triásico y Jurásico marino; 3. Facies Purbeck+facies Weald (en la parte sur incluye además las "Arenas de Utrillas"); 4. Aptiense (Complejo Urgoniano) y Albiense; 5. Cretácico Superior y terciario.

último, la tectónica la ha afectado considerablemente, dificultando enormemente su estudio (fig. 1).

Por todo ello no dudo en presentar este corte como serie tipo para la facies Weald de Santander, y lo designaré en lo sucesivo como "Serie de Vega de Pas".

Las cualidades de este corte no han pasado desapercibidas a los geólogos que han trabajado en la región, y el corte ha sido estudiado y descrito entre otros por Mengaud (1920, págs. 69-72), Rat (1959, págs. 72-75) y Ramírez del Pozo (1969, páginas 17-18).

En nuestro caso, el levantamiento de la columna fue precedido de una labor cartográfica, y se buscó siempre las zonas de mejor exposición de estratos. De esta forma la serie (1.780 m.) ha sido observada en un 95 por 100, y 1.298 m. han sido estudiados prácticamente capa a capa. La potencia se midió con ayuda del Bastón de Jacob, cinta métrica y brújula Brunton, dependiendo en cada caso del tipo de afloramiento.

Se prestó particular atención a las estructuras sedimentarias, y se realizó una sistemática recogida de muestras, cuyo estudio está aún en curso.

Se llegan a distinguir cuatro "cuerpos" o tramos litológicos en el corte tipo de Vega de Pas, que los designaremos por ahora como W_1 , W_2 , W_3 y W_4 , citados de más antiguo a más moderno. Sus características se resumen en tabla I.

El tramo W_1 aflora al Oeste de Vega de Pas, y no ha sido hasta ahora reconocido por ninguno de los autores precedentes. Todos ellos sitúan la base del Weald en los primeros niveles de lo que aquí denominamos tramo W_2 , tramo que se suponía directamente superpuesto al Valanginiense inferior (Purbeck).

No existe en este área un corte continuo del tramo W_1 , lo que sin duda ha contribuido a que hasta ahora haya pasado desapercibido. Se puede afirmar, no obstante, que las areniscas forman más del 50 por 100 de su potencia, de unos 200 metros. Las areniscas, en la parte inferior del tramo, están intercaladas con arcillitas negras apizarradas y en la parte superior, con arcillitas y limolitas grises y rojas.

Las areniscas están estratificadas en bancos de 25-60 cm. de grosor, uniformes en su espesor (raramente en forma de cuñas), que se agrupan en paquetes de 5-7 metros de potencia en los que no existe otra litología intercalada. Presentan colores claros, comúnmente cremas en superficie. Están

constituidas principalmente por cuarzo tomaño arena fina-media y con relativa frecuencia se ven sembradas de cantos cuarzosos de hasta 0,5 cm. de diámetro, que en algún punto forman la mayor parte de la roca. El cemento es siempre silíceo (a diferencia de las areniscas de la parte superior del Purbeck) y como únicos restos orgánicos observados citaremos trozos de ramas carbonizadas y algún nivel de lignito. En un nivel arenoso intercalado en las arcillas apizarradas de la parte inferior, se han visto asimismo restos carbonosos de sección circular que atraviesan las capas y que representan muy probablemente raíces carbonizadas.

El nivel descansa, aparentemente en concordancia, sobre calizas arenosas, areniscas calcáreas grises y algunas intercalaciones de lutitas grises y negras, descritas por Rat (1959, pág. 73) y Ramírez del Pozo (1969, pág. 19), que coinciden en atribuir-las al Valanginiense inferior.

El tramo W_2 , con una potencia de 300 metros como mínimo, aflora con claridad a partir de Vega de Pas (fig. 2). Aunque su contacto con las areniscas inferiores no ha sido visto en ningún punto, observaciones en el río Pas nos inclinan a pensar que el paso de uno a otro tramo se hace de una manera gradual, por una disminución progresiva del contenido en areniscas.

El tramo está constituido por tres grupos principales de litologías: Arcillas negras, lutitas grises y areniscas.

Las arcillas negras forman el 42 por 100 de la potencia media en el corte, si bien su distribución es irregular, pues son mucho más abundantes en el tercio medio central de ésta. Presentan una estratificación/laminación muy marcada, que permite seguir los estratos o láminas individuales por todo el afloramiento. A veces se presentan con un contenido variable de limo/arena, en cuyo caso exhiben colores más claros. Aunque su característico color negro, se debe probablemente a la conservación de materia orgánica, sólo en algunos puntos se ha encontrado lignito o restos carbonosos. Esporádicamente se intercalan en ellas delgados niveles calcáreos que dan, por meteorización, colores amarillentos.

En las arcillas, son muy frecuentes los restos fósiles, que en ocasiones constituyen auténticas lumaquelas; existen sobre todo gasterópodos (Paludinas), y con menos abundancia lamelibranquios (Unios, Glauconias).

Sin duda, el banco "con abundantes Unios y Paludinas" encontrado por Mengaud (1920) y rese-

ñado en Rat (1959) y Ramírez del Pozo (1969) pertenece a esta litología, y han sido precisamente estos niveles los que en este corte se han considerado como base del Weald por estos tres autores.

Las lutitas grises, segundas en importancia volumétrica del tramo W₂ (37 por 100), presentan una estratificación masiva o pobremente definida. La litología corresponde, en general, a arcillas arenosas. En ocasiones aparecen en ellas tonos verdosos y rojos y más esporádicamente, nódulos calcáreos, subredondeados, de hasta 15 cm. de diámetro. En

Bragia donde la carretera da un excelente corte de parte del tramo, pueden seguirse estratos de no más de 20 cm. de espesor a lo largo de afloramientos de varias decenas de metros de extensión, sin cambio apreciable en el grosor y naturaleza de la capa. En algún punto de ellas hemos encontrado gasterópodos y lamelibranquios, aunque esto parece ser excepcional.

El tramo W₃, que con sus 800 metros es el más potente del corte de Vega de Pas, consta de areniscas y materiales terrígenos de grano fino—luti-

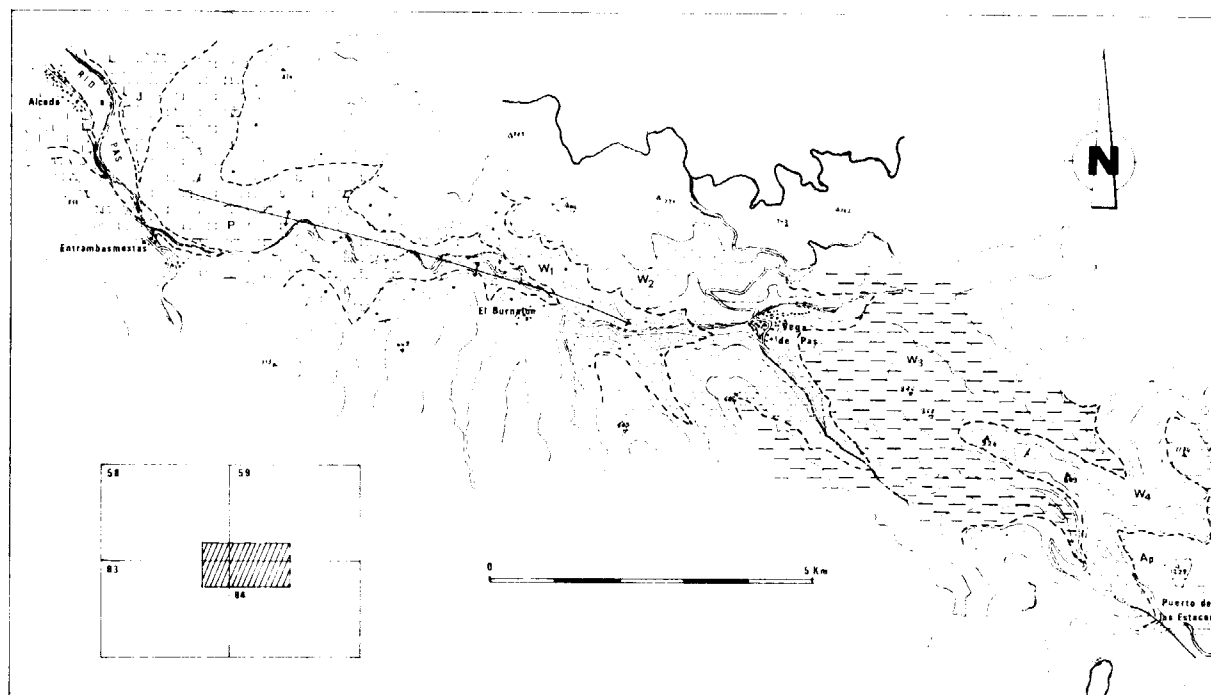


Figura 2

Esquema cartográfico mostrando los afloramientos de los tramos distinguidos: J. Jurásico marino: calizas y margocalizas azules; P. Facies Purbeck: calizas arcillosas, calizas arenosas, arcillas y areniscas calcáreas; W₁, W₂, W₃ y W₄. Facies Weald (explicación en el texto); Ap. Aptiense marino: Calizas arenosas y areniscas calcáreas en la base. En el recuadro inferior se da la localización geográfica respecto de las hojas 1:50.000 del Instituto Geográfico y Catastral.

ellas los restos fósiles, sobre todo gasterópodos nunca son abundantes, encontrándose dispersos en la masa de la roca.

Las areniscas, por último, constituyen el 21 por 100 de la potencia medida, y se presentan en estratos de 15-20 cm., a veces algo mayores, que se agrupan en paquetes de 2 metros como máximo mostrando tanto uno como otros una notable continuidad lateral. Por ejemplo, en el puerto de la

tas—de característico color rojo. La transición entre ambas facies es bastante rápida. Aparecen primero unas manchas rojas irregulares con formas más o menos estrelladas, distribuidas al azar, en las lutitas grises del W₂. Algo por encima, pueden verse unos tonos verdosos, y gradualmente, 5 metros más arriba de la aparición de las primeras manchas, los sedimentos aparecen vivamente coloreados en tonos rojos, muy característicos de este

tramo, y que desde antiguo han llamado la atención de todos los geólogos que han trabajado en la región.

Las areniscas constituyen el 29 por 100 de la potencia medida, y se presentan en bancos de 20 centímetros como término medio; se agrupan a su vez en paquetes de un máximo de 4 metros.

Contrariamente a las areniscas del tramo W₂, presentan poca extensión lateral. Su acunamiento se debe, unas veces a falta de acumulación en una dirección determinada, y otras, a erosión intrasedimentaria, presumiblemente producida por la corriente que transportó el material sedimentario su-

El tramo W₄, el más alto del Weald, tiene un espesor de 479 metros, de los que el 69 por 100 son areniscas y el resto lutitas rojas (15 por 100) y arcillitas negras más o menos arenosas (16 por 100). El nivel es por tanto, como el W₁, predominantemente areniscoso.

Las areniscas se presentan, en el caso más frecuente, en estratos de 30-40 cm. de grosor, aunque pueden hallarse desde 10 hasta 90 cm., se agrupan en paquetes de 4-5 metros, en los que las areniscas son única litología, estando separadas las capas por juntas de estratificación, como ha señalado Rat (1959). Los estratos son generalmente muy irregulares, con frecuentes ensanchamientos, acunamientos e incluso desapariciones laterales, pero paradójicamente los paquetes en que se agrupan presentan una notable continuidad lateral, que permite seguirlos lateralmente por más de tres kilómetros en los casos más favorables.

Las areniscas son de tamaño de grano medio-groeso, y en ocasiones contienen cantos de cuarcita de hasta un centímetro y asimismo fragmentos de rocas lutíticas, grises y negras, en los cuales pueden encontrarse todas las transiciones desde los bordes muy irregulares hasta los bien redondeados.

Restos de ramas y troncos carbonizados, son comunes en todo el tramo. De ellos, el mayor encontrado (3) debió pertenecer a un árbol de unos 50 o más centímetros de diámetro.

Las lutitas rojas, que sólo se encuentran en los 125 metros basales del tramo, son en todo semejantes a las del W₃, del que sin duda representan recurrencias, nada más hay que añadir sobre ellas.

Las lutitas negras, por último, que se encuentran distribuidas a lo largo de todo el tramo, están formadas principalmente por arcillitas, a veces algo arenosas, estratificadas en lechos continuos lateralmente; con relativa frecuencia incluyen niveles delgados de lignito de uno a unos pocos centímetros de espesor, que pueden ser seguidos lateralmente por espacio de 1-2 metros. Asimismo pueden encontrarse niveles areniscosos intercalados, cuya continuidad lateral es notablemente pequeña. Excepcionalmente, se ha encontrado un nivel calcáreo de 15 cm. de espesor situado 65 metros bajo el techo del tramo.

En conjunto estas facies se presentan en masas poco potentes, generalmente de 0,5-1 metro de espesor y raramente mayores de 3 metros, y casi

Tabla 1

Sucesión Litolog.	EDAD/TRAMO	FÓSILES	F. SEDIMENTARIAS
	Aptiense		
	W ₄	Restos de plantas lechos de lignito (En las lutitas negras)	Estratificaciones cruzadas Laminaciones cruzadas Laminaciones paralelas Parting lineation Superficies de estriague Ripples asimétricos Ripples simétricos Estructuras de deformación
	W ₃	Lignito (escaso) Coprolitos de gasterópodos	Superficies de estriague Burrow casts
	W ₂	Unios Paludinas Glaucónias Ostrácodos Lignito (escaso)	Burrow casts Ripples simétricos Trietas de desecación Laminaciones cruzadas
	W ₁	Restos de plantas (escasos) Raíces?	Estratificaciones cruzadas Superficies de estriague Ripples asimétricos Burrow casts (en la base)
	Valanginiense inferior		

prayacentes (figs. 6c y 6d). Las areniscas son de grano fino, y generalmente verdosas en corte fresco.

Las lutitas rojas forman, junto con algunos niveles grises minoritarios, el grueso de este tramo: 71 por 100. Se presentan en estratos masivos, homogéneos, en donde la estratificación es difícil de reconocer, o en estratos gruesos, de naturaleza algo diferente de unos a otros, que dan, por erosión diferencial, salientes y entrantes subparalelos a la estratificación. La litología predominante son limolitas, y menos frecuentemente arcillitas y areniscas de grano muy fino.

Se han encontrado escasos restos carbonosos, y coprolitos de gasterópodos.

(3) Muestra en el laboratorio de Sedimentología, Universidad de Bilbao.

siempre separadas de las areniscas por superficies de erosión (fig. 6b).

Sobre este tramo y descansando en una superficie abrupta groseramente paralela a la estratificación de las capas inferiores, a las que corta localmente, aparecen niveles de areniscas calcáreas y calizas arenosas con fauna marina Aptiense que marcan el techo de la columna Weald de Vega de Pas.

IV. ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

Frente a una desalentadora ausencia de fósiles, en la facies Weald santanderina abundan las estructuras sedimentarias de las que en este corte, sólo se han mencionado por otros autores la existencia de "ripple marks" (R. Sanz y Sanz, 1959, pág. 21). No obstante queda fuera del objeto del presente artículo el análisis detallado de las existentes en la sección que sólo describiré someramente sin entrar a discutir su origen y significado.

1. Estratificaciones cruzadas.

Son comunes en el tramo W_1 , y muy abundantes en el W_4 . Están presentes los dos tipos principales, tabular planar y festón.

Estratificaciones cruzadas tabulares planares (figura 3), esto es, aquellas limitadas en su parte inferior por una superficie esencialmente plana, y cuyas láminas cruzadas son asimismo planas y paralelas entre sí, se presentan en "set" aislados, salvo en un punto del tramo superior donde se les ha visto agrupadas en un "coset" de tres "set".

Estratificaciones cruzadas tipo festón ("trough"), que son, con diferencia, las más abundantes de las presentes, muestran como característica distintiva una superficie inferior erosiva y curva, respecto de la cual las láminas cruzadas se ven paralelas o asintóticas, según se exhiban en sección perpendicular o paralela al eje del festón (fig. 4). Se presentan en el caso más general agrupadas en "coset" de numerosos individuos que recuerdan el tipo "picross-stratificación" de Allen (1963).

2. Laminaciones cruzadas.

Estructuras semejantes a las anteriores, pero de menor tamaño ("set" menor de 5 cm.) son frecuentes en el tramo W_4 , principalmente en los 200 metros inferiores.

Aunque menos frecuentes, se han encontrado asimismo en el tramo W_2 , donde en el plano de estratificación adoptan la forma ilustrada en la figura 6a, y que según Allen (1968) se produce por la migración de "ripples" de corriente, que se desplazan ascendiendo por un ángulo de inclinación bajo.

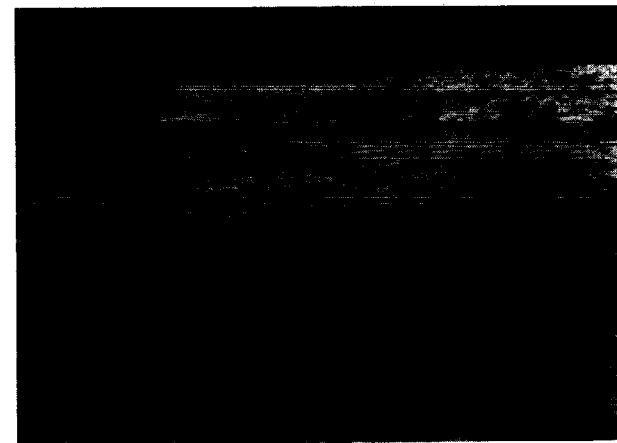


Figura 3

Estratificación cruzada tabular planar (tramo W_1).

3. Estratificación paralela y "parting lineation".

Areniscas formadas por láminas paralelas de uno a unos pocos milímetros de espesor, y en cuyas superficies puede observarse en condiciones de luminosidad adecuadas una "linearidad" debida a la

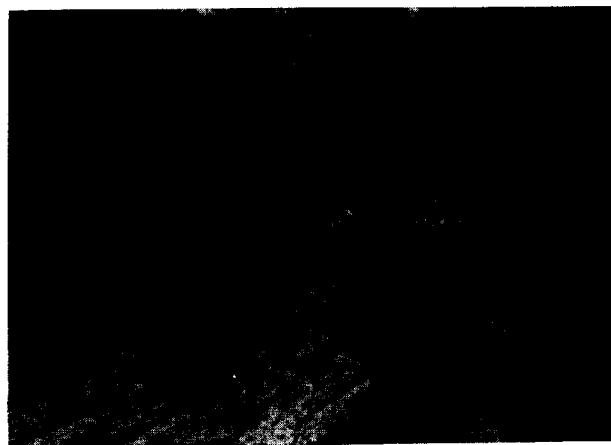


Figura 4

Estratificación cruzada tipo festón, vista en el plano perpendicular al de dirección de la corriente (plano yz) (tramo W_4).

orientación paralela de pequeñas crestas y depresiones (parting lineation), aparecen esporádicamente en el tramo W_4 .

4. "Ripple marks".

"Ripples" tanto simétricos como asimétricos son muy frecuentes como estructuras de techo de las capas de la secuencia Weald.

"Ripples" simétricos, esto es, ondulaciones que en sección perpendicular a las crestas presentan dos flancos de longitud e inclinación sensiblemente iguales, son muy abundantes en el tramo W_2 , principalmente en las lutitas negras, y más esporádicamente en las lutitas grises y areniscas. Se presentan característicamente en trenes de ondas de crestas rectilíneas, subparalelas, con un espaciamiento de 4,5 cm. y un relieve de 0,5-1 cm. (figura 5).



Figura 5

Ripples simétricos. Las manchas oscuras en el plano superior del estrato más alto son salidas de burrow casts (tramo W_2).

Con menos frecuencia aparecen en el tramo W_4 , como rizaduras en el techo de bancos areniscosos intercalados en la facies de lutitas negras.

Los de tipo asimétrico son comunes en las areniscas del tramo W_4 , sobre todo en su parte basal, coincidiendo con la parte de la columna donde existen laminaciones cruzadas, originadas probablemente a partir de ellos.

5. Superficies de estriegue (Scoured Surfaces).

En algunos niveles del tramo W_3 y muy frecuentemente en los tramos W_1 y W_4 , aparecen unas superficies erosivas onduladas, subparalelas a la estratificación regional, que separan nítidamente a los estratos situados sobre y bajo ellas. En unos casos los materiales separados son areniscas y lutitas (fig. 6b), pero con mayor frecuencia la estruc-

tura se desarrolla entre areniscas (figs. 6e, 7). Su extensión lateral me es desconocida por el momento.

La disposición de los estratos arriba y abajo de la superficie merece algunas consideraciones, por cuanto ilustran sobre su génesis; así, mientras las estructuras sedimentarias e incluso la estratificación de las capas inferiores se encuentran a menudo truncadas, en los materiales suprayacentes (cuando

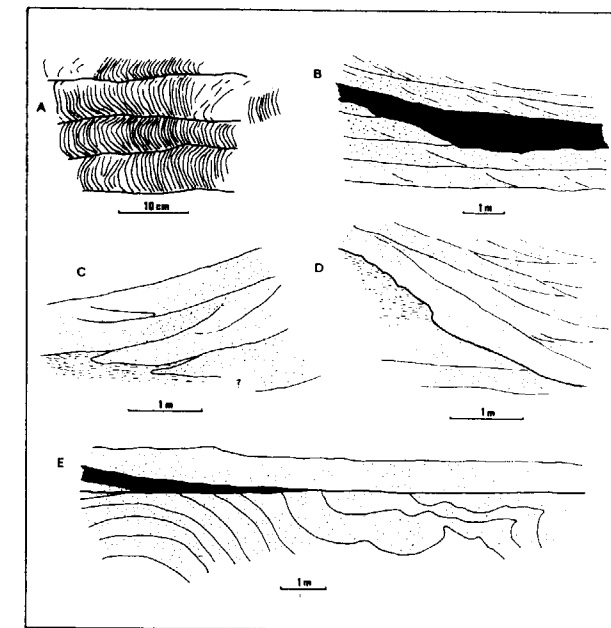


Figura 6

A. Laminaciones cruzadas, vistas en el plano de estratificación (plano xz) (tramo W_2). B. Lutitas negras (en negro) separadas de las areniscas (punteado) por superficies de estriegue (tramo W_4). C y D. Acuñaamiento de niveles areniscosos por falta de acumulación y erosión respectivamente. Los materiales representados por el rayado horizontal son limolitas rojas (tramo W_3). E. Estructuras de deformación secundaria, biseladas por una superficie de estriegue (tramo W_4).

son areniscosos) se observa generalmente un relevo, de modo que en determinada dirección, descansan sobre la superficie estratos progresivamente más modernos (fig. 8). En las partes bajas de estas capas aparecen con frecuencia fragmentos de rocas blandas cuyo origen intraformacional está fuera de duda.

Por estas relaciones geométricas parece probable que la erosión de los materiales inferiores y la sedimentación de los superiores fuese simultánea o casi simultánea en el tiempo, o dicho de otro modo, que la erosión progresase a medida que tenía lugar

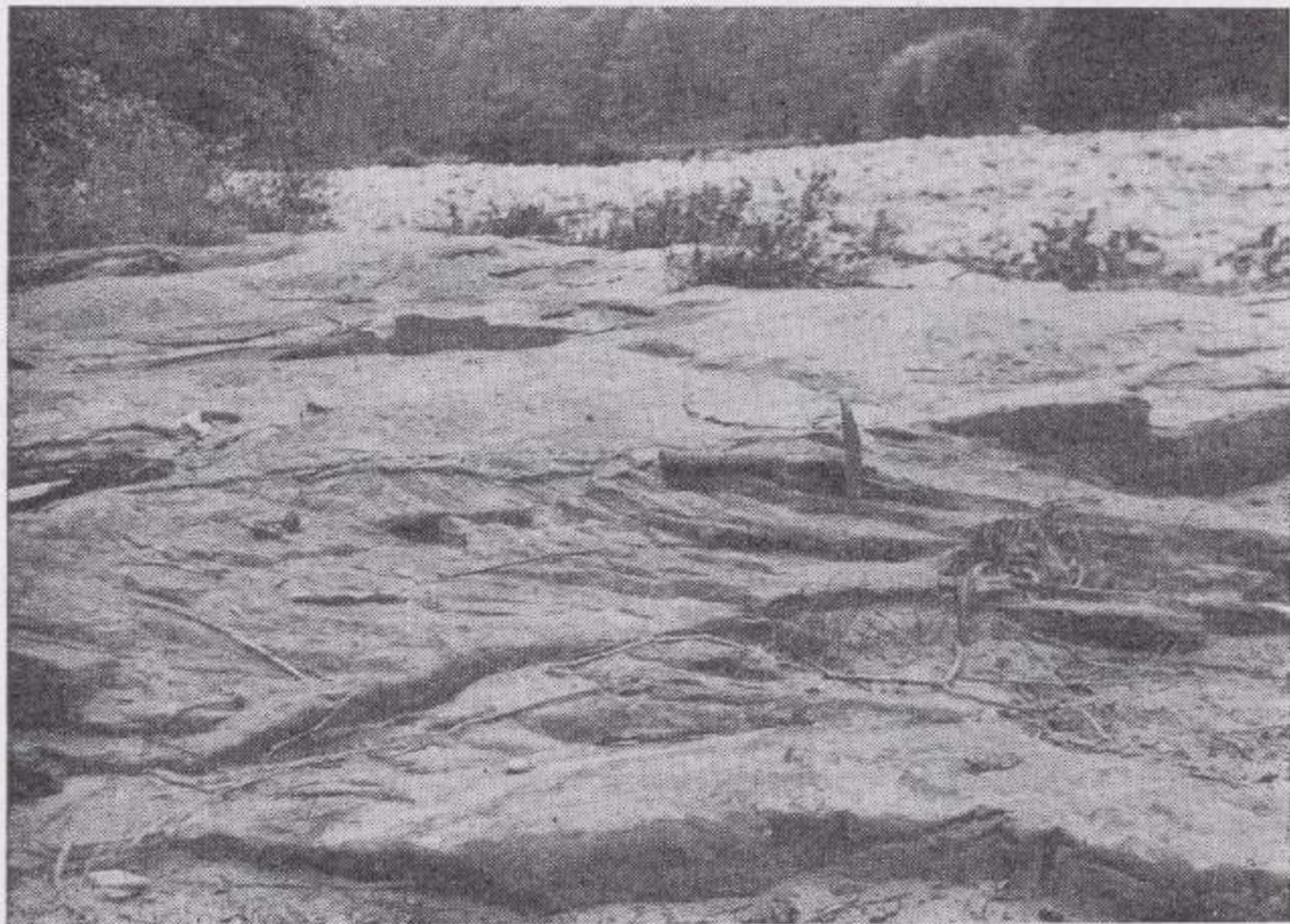


Figura 3

Estratificación cruzada tabular planar (tramo W_1).

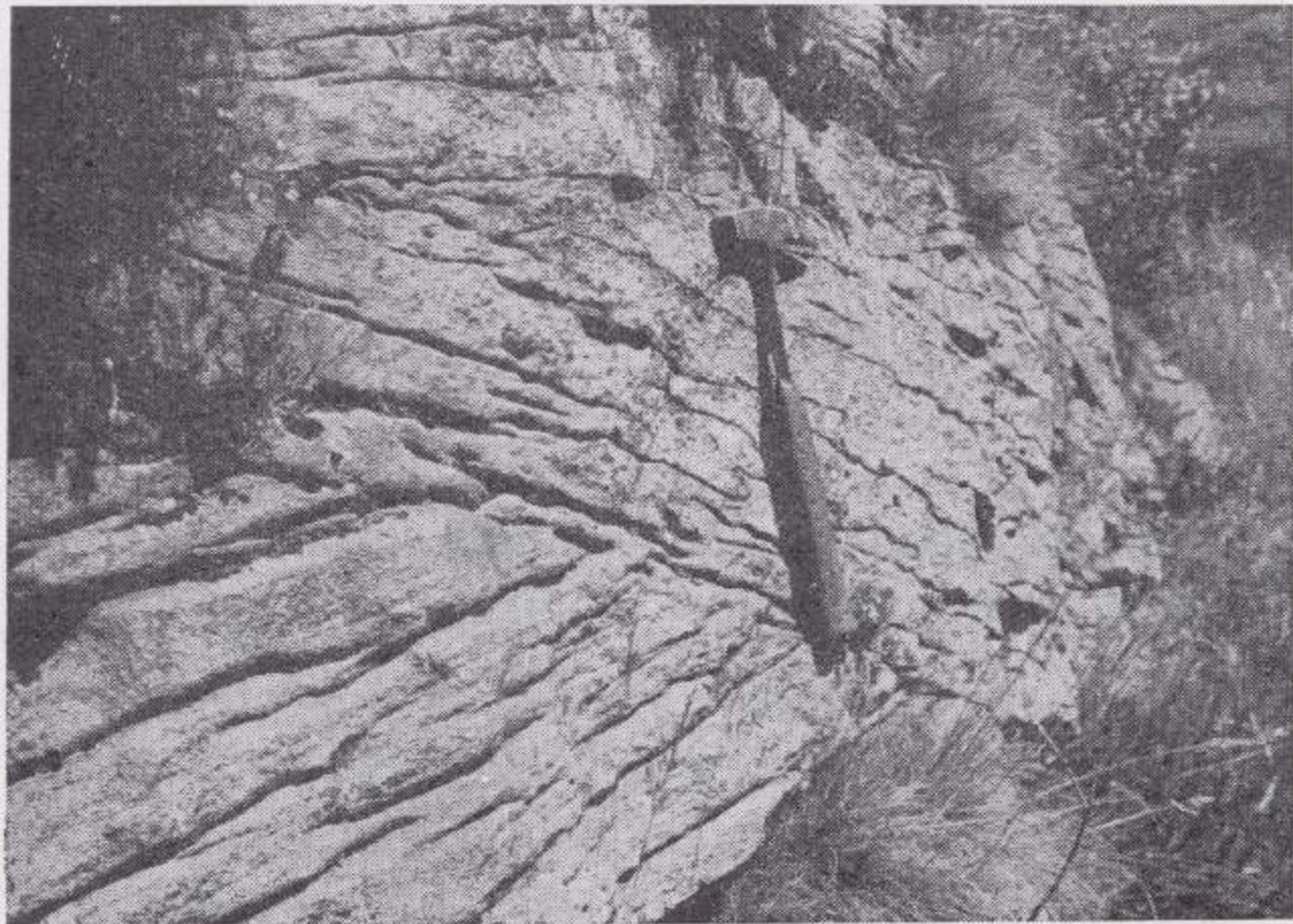


Figura 4

Estratificación cruzada tipo festón, vista en el plano perpendicular al de dirección de la corriente (plano yz) (tramo W_4).

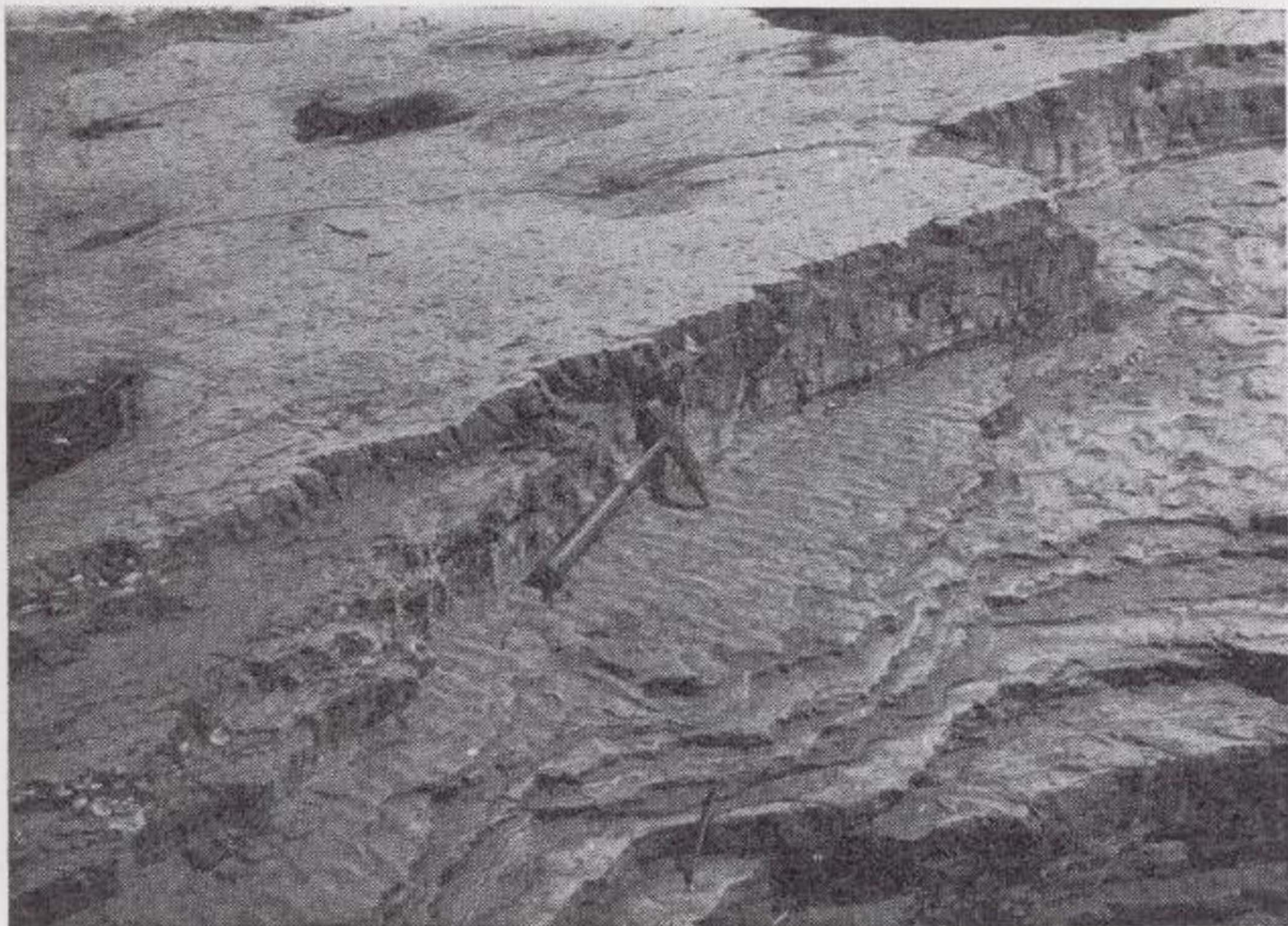


Figura 5

Ripples simétricos. Las manchas oscuras en el plano superior del estrato más alto son salidas de burrow casts (tramo W_2).

el depósito sobre la superficie de materiales estratificados.

El origen de la estructura parece por tanto estar ligada a la acción abrasiva producida por corrientes



Figura 7

Superficies de estriegue entre areniscas: La cinta colgada tiene 12 metros (tramo W_4).

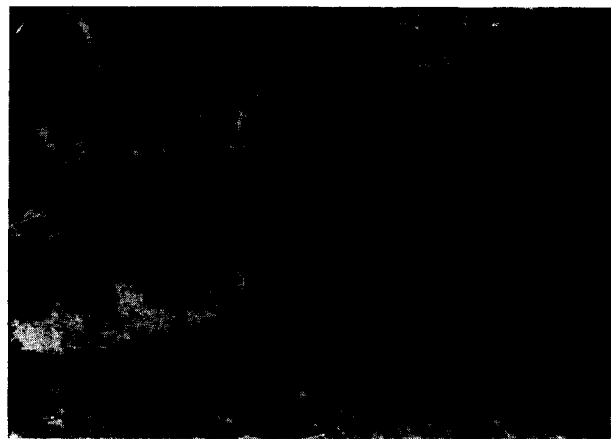


Figura 8

Relevos de los bancos areniscos sobre una superficie de estriegue (tramo W_4).

tes cargadas de arena y es por ello que el término "estriegue" (4) es preferido al más general "erosión". "Superficies de estriegue" sería así el equivalente de las "scoured surfaces" definidas por Allen (1962).

6. Grietas de desecación.

Suelos poligonales formados por grietas de desecación son comunes en las arcillitas negras del tramo W_4 . En general los polígonos son de gran tamaño y notablemente regulares (fig. 9), y el relleno suele ser de material de tamaño de grano más

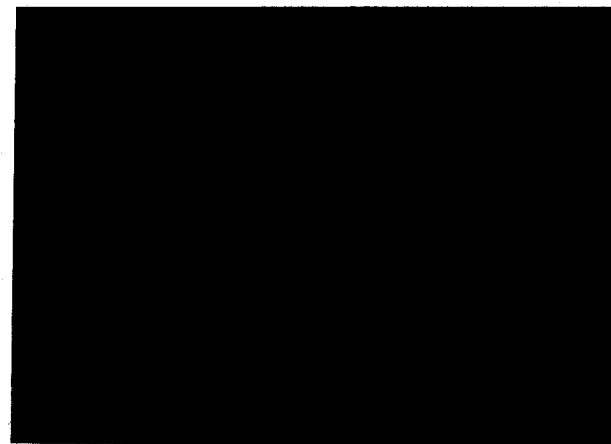


Figura 9

Grietas de desecación. El block de campo tiene 18 x 13 cm. (tramo W_2).

grueso (limo, arena fina) salvo en un punto que es calcáreo. En los dos casos se produce un color más claro que permite la visualización de la estructura.

7. Estructuras de deformación secundaria.

Incluimos aquí los pliegues intraformacionales que se encuentran exclusivamente en el tramo superior, y cuyo ejemplo más típico está esquematizado en figura 6e. De las relaciones geométricas allí mostradas es claro que la estructura se originó previamente a la depositación de las capas superiores que la biselan y en vista de la falta de vergencia de los pliegues, probablemente representa un caso de reorientación de la estratificación, debida a movimientos verticales de los estratos arenosos mientras estuvieron embebidos en agua.

(4) Estregar=restregar, frotar con fuerza, fricar.

8. Estructuras de bioturbación.

Según Frey (1973), una estructura sedimentaria biogénica es aquella producida por la actividad de un organismo sobre o dentro de un sustrato no consolidado. Dependiendo de que la estructura deforme la estratificación (i. e. huellas, pistas) o por el contrario la produzca (i. e. cierta estromatolitos) se hablará de estructura de "bioturbación" o "bioestratificación".

Estructuras del primer tipo son abundantísimas en ciertos puntos de la base del tramo W_1 y a todo lo ancho de los tramos W_2 y W_3 .

Las encontradas en las areniscas de la parte basal del tramo W_1 consisten en "tubos" simples, de sección circular de 3 a 8 mm. de diámetro, muy abundantes por zonas (10-20 por decímetro cuadrado), y que se alargan verticalmente por distancias a veces superiores a 50 cm. El relleno está integrado por una masa flojamente empaquetada de limo, arcillas y materia orgánica. En casos favorables puede observarse cómo los "tubos" deforman estructuras sedimentarias primarias (i. e. laminación cruzada), lo que excluye que existiesen previamente a la depositación de las areniscas.

En los tramos W_2 y W_3 , consiste asimismo en "tubos", pero en este caso son sinuosos, pueden presentar bifurcaciones y están dispuestos en cualquier dirección del espacio. Su sección, puede ser cilíndrica u ovalada, y el relleno está formado por sucesivas láminas en forma de U, siendo su naturaleza en todo semejante a la del estrato que las contiene. En el tramo W_2 ninguna litología parece estar libre de ellos, mientras que en el W_3 aparecen sólo en las lutitas rojas.

Siguiendo la terminología propuesta por Frey (1973) la estructura se denominaría "burrow cast" o "burrow filling" (literalmente "relleno de madriguera").

V. DISCUSION Y RESULTADOS

1. Nuevas aportaciones estratigráficas.

Se establece la serie tipo para la facies Weald de la provincia de Santander, que se subdivide en cuatro tramos, provisionalmente designados como W_1 , W_2 , W_3 , W_4 , de más antiguo a más moderno. El hallazgo del tramo W_1 tiene particular interés, pues nuestras observaciones nos obligan a concluir que representa el sedimento base de la facies Weald en amplias zonas de la cubeta santanderina. Con-

viene señalar que el tramo W_1 es cartografiable y gracias a él se han separado en mapa geológico la facies Purbeck y Weald, cosa hasta ahora no intentada. La cartografía demuestra que la facies Weald reposa en *discordancia angular* sobre la facies Purbeck, lo que podría explicar la ausencia del grupo inferior en el área Norte de la cuenca.

2. Discusión de las hipótesis paleogeográficas previas.

Como interpretaciones paleogeográficas, cabe destacar la de Rat (1958, fig. 5, pág. 91), que sugiere la presencia de "una vasta zona deltaica" correspondiente al Weald de Santander y la de Ramírez del Pozo y Aguilar Tomás (1972, figs. 13 y 14), que consideran que más que una "zona deltaica", lo que existe es un delta, al cual "caracterizan" por la "distribución de litofacies y medios deposicionales".

Ramírez del Pozo y Aguilar Tomás expresan los caracteres de su modelo paleogeográfico en dos mapas, uno de isocapas y otro de litofacies. A nuestro juicio el mapa de isocapas es muy poco exacto porque se ha construido sin que se hubieran delimitado previamente los horizontes marcadores de la base del Weald, y extrapolando las potencias a regiones en que el techo del Weald ha sido erosionado de forma general. Tal ocurre, por ejemplo, en Vega de Pas, donde se han omitido los 200 metros del tramo W_1 , base del Weald, y en Cabuerniga donde, por el contrario, el muro del Weald quedaba situado por ellos netamente por debajo de su posición real; por añadidura en toda la zona de Carbuena (más de 300 Km.²), falta el techo del Weald. En realidad la facies Weald aparece en Cabuerniga muy erosionada, en "jirones" que descansan sobre el Purbeck o Jurásico, según los puntos. Por todo ello, la distribución de potencias preconizada por los dos últimos autores mencionados parece excesivamente esquemática.

Por lo que respecta a las reconstrucciones paleogeográficas, tenemos fuertes objeciones para los modelos de Rat (1958) y Ramírez del Pozo y Aguilar Tomás (1972).

Todos ellos se muestran partidarios de causa o situación paleogeográfica única para explicar la totalidad de la acumulación de facies Weald, a consecuencia de asignarle una litología monótona y verticalmente uniforme a grandes rasgos.

Pero la serie tipo de Vega de Pas, representativa del Weald santanderino, muestra claramente la exis-



Figura 7

Superficies de estriegue entre areniscas: La cinta colgada tiene 12 metros (tramo W_4).



Figura 8

Relevos de los bancos areniscos sobre una superficie de estriegue (tramo W_4).



Figura 9

Grietas de desecación. El block de campo tiene
 18×13 cm. (tramo W_2).

tencia de cuatro tramos diferentes, de distinto significado sedimentológico; así y por lo que se refiere a la energía existente en el medio de depósito, es evidente que el tramo W_2 , con ripples simétricos, y a lo sumo laminaciones cruzadas, se sedimentó en un medio de aguas muy tranquilas, mientras que los tramos W_1 y W_4 , con estratificaciones cruzadas y superficies de estriague (indicadoras de retrabajamiento de los sedimentos más que de detenciones en la sedimentación) se depositaron en un medio de alta energía. No es nada sorprendente que el grosor de los sedimentos de la litología predominante de cada tramo corrobore tal afirmación, y así, el tramo W_2 es fundamentalmente arcilloso mientras que los tramos W_1 y W_4 son principalmente arenosos y localmente conglomeráticos. El tramo W_3 , en el que predominan las limolitas, pero que es muy escaso en estructuras sedimentarias mecánicas, podría haberse formado en condiciones energéticas intermedias entre las anteriores.

Podemos avanzar además que estos tramos de la columna estratigráfica tipo tienen entidad en todo el área estudiada; los tramos W_1 y W_4 presentan casi con seguridad el carácter de Formaciones, y los tramos W_2 y W_3 , con algunas variaciones, pueden asimismo ser reconocidos.

Por añadidura el esquema de distribución de litofacies de Ramírez del Pozo y Aguilar Tomás se ha dibujado basándose en las proporciones relativas de las diferentes litologías presentes en columnas completas de Weald, de manera que no proporciona información para establecer la evolución lateral de las facies a nivel de, por lo menos, algunos isocromas.

Por todo esto no es sostenible la hipótesis de un modelo sedimentario único (delta?) para explicar satisfactoriamente la paleogeografía de la facies Weald santanderina, y en mi opinión cada tramo ha de ser estudiado por separado intentando superar la dificultad que supone no poder delimitarlos cronoestratigráficamente.

Es aún pronto para contestar con alguna certidumbre a todos los problemas sedimentológicos que las facies Purbeck y Weald suponen, y es necesario más trabajo de campo, particularmente una cartografía más detallada que permita un conocimiento preciso de las variaciones laterales de estos tramos, antes de intentar interpretaciones sedimentológicas de valor general.

Tales estudios están en curso.

REFERENCIAS

- AGUILAR TOMÁS, M. J., y RAMÍREZ DEL POZO, J.: *Observaciones estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies purbeckiense en la región de Santander*. "Acta Geol. Hisp.", 3, 35-38 (1968).
- ALLEN, J. R. L.: *Intraformational conglomerates and scoured surfaces in the lower Old Red Sandstone of the Anglo-welsh Cuvette*. "Lpool. Manchr. Geol. J.", 3, 1-20 (1962).
- ALLEN, J. R. L.: *The classification of cross-stratified units with notes on their origin*. "Sedimentology", 2, 93-114 (1963).
- ALLEN, J. R. L.: "Current ripples", 433 págs. North-Holland (1968).
- CIRY, R.: *Etude Géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*. "These Fac. Sc. Paris, Bull. Soc. Hist. Nat.", 74, Toulouse (1940).
- FREY, R. W.: *Concepts in the study of biogenic sedimentary structures*. "Journ. Sed. Petrology", 43, págs. 6-19 (1973).
- GONZÁLEZ LINARES, A.: "Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. 5. "Actas". Sesión del 9 de febrero, págs. 23-28 (1876).
- MENGAUD, L.: *Recherches géologiques dans la région cantabrique*. "These Fac. Sc. Paris". (1920).
- RAMÍREZ DEL POZO, J.: *Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España*. Ed. CEPSA, S. A. Madrid (1969).
- RAMÍREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMÁS, M. J.: *Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeck y Weald de la cubeta de Santander-Burgos*. "Estudios Geológicos", XXVIII, 173-192 (1972).
- RAT, P.: *Les pays Crétacés basque-cantabriques (Espagne)*. "These, Fac. Sc. Dijon. Publ.-Univ. Dijon", t. XVIII, 525 págs. (1959).
- RAT, P.: *La edad y naturaleza de las capas de base del Wealdense en la provincia de Santander y sus alrededores (España)*. "Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España", núm. 61, págs. 181-184 (1961).
- RAT, P.: *Contribution a l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la région de Santander (Espagne)*. "Bull. Soc. Geol. France", ser. 7 vol. 4 págs. 2-12. (1962).
- RAT, P.: *A propos du Wealdien Cantabrique: transgressions et régressions marine climatique*. "C. R. Acad. Sc.", t. 256, págs. 455-457 (1963).
- SANZ y SANZ, R.: *Memoria de la hoja 1:50.000 núm. 84, Espinosa de los Monteros*, 62 págs. IGME (1959).
- Varios autores: *Memoria hoja 1:200.000, núm. 11, Reinosa*, IGME (1971).
- Varios autores: *Memoria del primer Coloquio de Estratigrafía y Sedimentología del Jurásico de España*. En Cuadernos de Geología Ibérica, núm. 2, 641 págs. CSIC (1971).

Recibido: Enero 1974.

Las series ordovícicas y preordovícicas del sector central de los Montes de Toledo ⁽¹⁾

Por M. A. DE SAN JOSE LANCHA (*), J. R. PELAEZ PRUNEDA (*),
L. VILAS MINONDO (*) y R. P. HERRANZ ARAUJO (*)

RESUMEN

El presente trabajo, basado en las series estratigráficas obtenidas en el anticlinal del río Pusa, al S de Los Navalucillos (Toledo) y en el río Estena, al SW de Navas de Estena (Ciudad Real), pone de manifiesto la existencia de una potente formación detrítica de edad Cámbrico Inferior, situada en posición estratigráfica normal, bajo las calizas de Los Navalucillos y sobre las pizarras del Pusa.

También se demuestra que la desaparición de dichas calizas hacia el S se debe a su decapitación erosiva por la discordancia toledánica y no a un acunamiento o cambio de facies.

ABSTRACT

This paper points out the existence of a thick detrital formation, Lower Cambrian in age, in normal stratigraphic succession under the Los Navalucillos limestones and over the Pusa slates, based on stratigraphical sections surveyed at the Pusa river anticline (Toledo) and SW of Navas de Estena (Ciudad Real).

It is also proved that lacking of the Los Navalucillos limestones towards S is due to erosional contact (Toledanic unconformity) and not to a lateral thinning or facies change.

I. INTRODUCCION.

Este trabajo muestra los primeros datos y resultados de una serie de estudios que en la región central y occidental de los Montes de Toledo realizan los Departamentos de Estratigrafía de la Universidad Complutense y de Geología Económica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, estudios que, en conjunto, se centran sobre la zona de tesis doctoral de uno de los autores (San José, M. A. de).

Tras el reconocimiento geológico regional de una amplia zona que abarca el SW de la provincia de Toledo, NW de la de Ciudad Real y E de Cáce-

res, se han elegido dos áreas contiguas que reúnen las condiciones idóneas para realizar una serie de columnas estratigráficas que una vez analizadas y comparadas pueden contribuir a la resolución de los problemas estratigráficos planteados.

Una de estas áreas es la de los alrededores de Navas de Estena, donde se ha obtenido una serie de referencia muy detallada y completa, desde un posible Precámbrico hasta el Llandeilo, y la otra, la situada al S de Los Navalucillos, en el flanco meridional del anticlinal del Río Pusa, donde en diversos puntos se han tomado series menos detalladas y completas, pero correlacionables con la anterior.

Exponemos, en primer lugar, los datos así obtenidos, su interpretación estratigráfica y paleogeográfica inmediata y, finalmente, las conclusiones generales que creemos más acordes con el análisis de dichos datos.

(1) Trabajo presentado en la II Reunión sobre biología del SO.

(*) Departamento de Estratigrafía de la Universidad Complutense de Madrid y Departamento de Geología Económica del C.S.I.C.

2. ANTECEDENTES.

De los diversos autores que desde mediados de siglo pasado hasta la fecha han estudiado los Montes de Toledo cabe destacar, en orden cronológico, a Prado, C. del (1855), seguido por Cortazar, D. de (1878-1880), Hernández-Pacheco, E. (1912) y Gómez de Llarena, J. (1914 a y b, 1916). Dichos autores suponían la existencia de un tramo basal de calizas (Cámbrico Inferior), sobre ellas grauvacas con *Ellipsocephalus* y coronando la serie las cuarcitas y pizarras del Ordovícico, con abundante fauna.

Con posterioridad a éstos y tras las síntesis de Hernández Sampelayo, P. (1935, 1946) y de Meléndez, B. (1943), Ramírez y Ramírez, E. (1955) aporta valiosos datos sobre la litología del límite Cámbrico-Ordovícico, mientras que Lotze, F. (1954, 1955 a y b, 1956 a y b, 1958, 1961) y sus alumnos Weggen, K. (1955) y Merten, R. (1955 a y b) estudian y definen los rasgos generales estratigráficos y tectónicos del Paleozoico Inferior y Precámbrico de la Península, y estos últimos, en particular, de los sectores oriental y meridional de los Montes de Toledo.

Aún más recientemente, Llopis, N. y Sánchez de la Torre, L. (1961, 1962, 1963 a y b, 1965) estudian el Precámbrico y sus relaciones con el Paleozoico Inferior en el borde noroccidental de los Montes de Toledo, y San José, M. A. de (1965, resumen publicado en 1970) estudia las litologías cámbricas y ordovícicas de los alrededores de San Pablo de los Montes y posteriormente (1970 b, c y d) establece la cartografía y síntesis geológica de la región comprendida entre Las Villuercas, los Montes de Toledo y la Serena extremeña. También en 1970, Aparicio Yagüe, A. describe los materiales que forman el macizo cristalino al N. de los Montes de Toledo, y Gil Cid, M. D. estudia la fauna del Llandeilo del Arroyo Acebrón, en el flanco N. del sinclinal de Navas de Estena, que posteriormente (Gil Cid, M. D. 1971, 1972 a y b) analiza y amplía con nuevos yacimientos. Mientras tanto, Capote, R., Gutiérrez Elorza, M y Vegas, R. (1971), describen la tectónica del Precámbrico y Paleozoico Inferior del E de Cáceres, limítrofe con los Montes de Toledo, y Gutiérrez Elorza, M. y Vegas, R. (1971), su estratigrafía general a la que posteriormente Vegas, R. (1971 a y b) añade nuevos datos. Aparicio Yagüe, A. (1971) completa su estudio sobre el macizo cristalino de Toledo y Martín Escorza, C. (1971) describe las series del Cámbrico Superior con "Lingula flags" y

el Ordovícico de Mora, en el extremo nororiental de los Montes de Toledo.

Finalmente, en 1972, Parga, J. R. y Vegas, R., describen las series precámbricas del Macizo Hespérico, mientras que Aparicio Yagüe, A. y Gil Cid, M. D. señalan la existencia de fauna del Cámbrico Inferior en los montes-isla, al N. de los Montes de Toledo. Previamente, Gil Cid, M. D. (1972 a) ya indica tener en estudio fauna de edad cámbrica inferior de San Pablo de los Montes (Toledo).

3. DESCRIPCION DE LAS SERIES.

3.1. ZONA DEL RÍO ESTENA.

Al W. de Navas de Estena y cerrando su amplio valle, aparece la Sierra de Fuente Fría, en la que al SW. del pueblo se encaja el río Estena cortándola perpendicularmente a la dirección de la serie.

Siguiendo este encajamiento, existe una carretera abandonada que debería unir Navas de Estena con la carretera al Portillo del Cijara.

Por este camino abandonado y desde el mismo Navas de Estena, se puede realizar la siguiente serie detallada:

Dirección aproximada del corte NE-SW.
Coordenadas según el meridiano de Madrid.
Muro: 0° 52'25" W.; 39° 28'50".
Techo: 0° 50'35" W.; 39° 29'22".
Potencia total: 1.300 m.

Techo: Serie de pizarras arcillosas negras, lajosas, muy uniformes, en cuya base se encuentran *Didymograptus*, *Sanguinolites* y fragmentos de Trilobites.

66. 7 m. Pizarras limolíticas negras, bandeadas y algo silíceas.
65. 10 m. aproximadamente. Pizarras limolíticas negras, con intercalaciones de areniscas de un metro de espesor con laminaciones paralelas y a veces laminación cruzada.
64. 12 m. Areniscas pardas en bancos regulares de hasta 0,8 m. de potencia, con estratificaciones oblicuas.
63. 6 m. Pizarras negras algo arenosas, muy alteradas en superficie.
62. 14 m. Areniscas y protocarcitas en bancos medios a finos.
61. 75 m. aproximadamente. Tramo parcialmente recubierto, afectado posiblemente por una pequeña fractura, con predominio de pizarras

SERIE ESTRATIGRAFICA
AL SW. DE NAVAS DE ESTENA (TOLEDO)

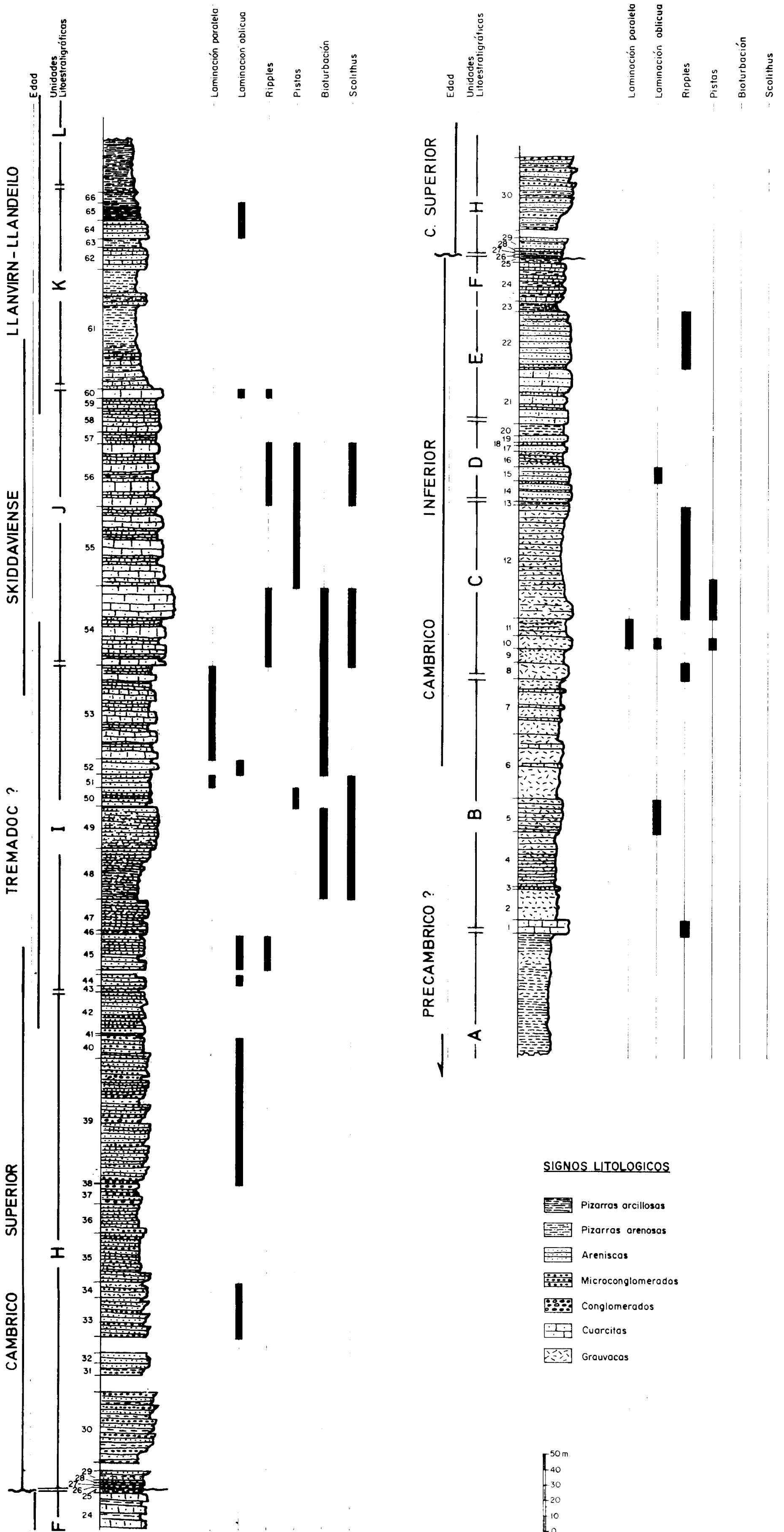


FIG. 1

oscuras silíceas, en el que de techo a muro cabe distinguir:

- Unos 15 m. de areniscas de grano medio a grueso y abundante moscovita, en bancos regulares con laminaciones paralelas.
 - Unos 8 m. vistos de alternancia de areniscas negruzcas o grises, micáceas, con intercalaciones de pizarras negras micáceas. Hay "convoluted bedding".
 - Unos 30 m., parcialmente ocultos de pizarras negruzcas o bandeadas, en bancos de 0,10 a 0,50 m.
 - Unos 20 m. de pizarras con intercalaciones de protocuarzitas en bancos de 0,50 m. que hacia la base son predominantes.
60. 6 m. Protocuarzitas pardas, en bancos de 0,30 a 1 m. con laminaciones cruzadas y óndulas de 0,15×0,50 m. Resaltan morfológicamente.
59. 6 m. Protocuarzitas pardas, en bancos finos. Fácilmente erosionables.
58. 15 m. Ortocuarzitas en bancos regulares de 0,15 a 1,5 m.
57. 7-8 m. Ortocuarzitas en bancos delgados.
56. 40 m. aproximadamente. Alternancia de paquetes de 3 a 5 m. de ortocuarzitas en bancos gruesos de 0,3 a 1,5 m. con otros paquetes de 3 a 8 m. de ortocuarzitas más finamente estratificadas de 0,3 a 0,5 m., incluso con pizarras intercaladas. Los bancos gruesos tienen óndulas de 0,20×1,80 m. y los delgados ripples, *Scolithus* y grandes cruzianas.
55. 50 m. Cuarzitas amarillentas en bancos de espesor variable entre 0,5 a 2 m. Localmente brechificadas, debido a una fractura oblicua a la serie, que no parece alterar en gran modo la sucesión estratigráfica.
54. 50 m. Ortocuarzitas que en el techo presentan un tramo de unos 10 m. de bancos muy gruesos que resaltan en el relieve. Presentan bioturbación. Hacia la base alternan tramos de ortocuarzitas en bancos gruesos (resaltes) y finos (escotaduras). Presentan *Scolithus* y óndulas de 0,05×0,15 m.
53. 60 m. Ortocuarzitas gris-pardas con pátina rojiza y diaclasado paralelepipedico, alternando tramos de bancos finos de 0,10 a 0,50 m. con bancos gruesos masivos muy irregulares. En los gruesas existen bioturbaciones, en los finos laminaciones. En el techo pasan rápida y gradualmente al tramo suprayacente, median-
- te intercalaciones de ortocuarzitas claras en bancos de espesor medio.
52. 10 m. aproximadamente. Areniscas micáceas en alternancia semejante a la anterior. Colores pardos y verdosos, con pátina rojiza. En los bancos gruesos laminaciones oblicuas, en los delgados bioturbaciones.
51. 6-8 m. Areniscas micáceas, lajosas, gris-verdosas. Bancos de 0,10 a 0,40 m. con abundantes *Scolithus*, y otros de 0,20 a 0,30 m. con laminación paralela.
50. 12 m. Areniscas micáceas, blancas o rojizas (ferruginosas). Alternando niveles de 0,50 a 1 m. que contienen abundantes *Scolithus* y otras pistas, con tramos de limolitas cuarzosas, siendo en la base más gruesos los bancos de areniscas.
49. 25-30 m. Areniscas de grano medio de color gris azulado, la estratificación no es muy neta, pero sí regular. Con bioturbaciones y *Scolithus*.
48. 30-35 m. Areniscas gris-azuladas de grano medio, en bancos finos e irregulares, máximo 0,80 m., con algunas intercalaciones de pizarras, abundante bioturbación y *Scolithus* tectonizados.
47. 20 m. Areniscas gris-azuladas con cantos dispersos de pizarra.
46. 3,5 m. Compuestos de techo a muro de:
— 1 m. de pizarras muy alteradas.
— 2 m. de areniscas gris-azuladas de grano medio.
— 0,50 m. de pizarras fuertemente tectonizadas.
45. 22 m. Areniscas gris-verdosas, en las que destacan niveles más duros. Algunas óndulas y estratificación cruzada. A 12 m. del techo quedan cubiertos 1,5 m. de serie.
3 m. Recubiertos.
44. 6-7 m. Areniscas gris-verdosas, con abundantes estratificaciones cruzadas.
43. Areniscas verdes claras a grisáceas. Con señales de interrupción de la sedimentación en la base.
42. 28 m. Areniscas de color gris claro, sin los tonos verdosos de las suprayacentes y grano más grueso. A 18 m. del techo aparece un nivel con cantos alterados, correspondientes a tramos de microglomerados que continúan hasta el muro.

41. 1,5 m. Limolitas pardo-verdosas.
40. 14 m. Areniscas pardo-claras y microconglomerados en bancos gruesos con estratificación cruzada y granoselección positiva. En la base más lajosas.
39. 80 m. Tramo subdividido en 6 paquetes de 10 a 15 m. con análogas secuencias litológicas; cada paquete comienza en la base por microconglomerado e incluso conglomerados que pasan hacia el techo a areniscas pardas o gris-azuladas. La estratificación suele ser lenticular con abundantes laminaciones oblicuas. La base del tramo está formada por 0,5 a 1 m. de conglomerado de cantos dispersos de cuarzo, de hasta 2 cm., en matriz arenosa algo feldespática.
38. 0,5 m. Limolitas verdosas.
37. 12 m. Conglomerados y areniscas con cantos angulosos y redondeados. Estratificaciones cruzadas.
36. 18 m. Areniscas lajosas o en bancos, pardas o rojizas. En la base 4 m. de microconglomerados rojizo-violáceo, con limolitas a techo.
35. 31 m. Areniscas con aumento de tamaño de grano y espesor de las capas hacia el muro del tramo. En el techo de cada estrato aparecen microconglomerados.
34. 10 m. Grauvacas de grano grueso con microconglomerados. Abundantes estratificaciones cruzadas.
33. 25 m. Sucesión de tres paquetes de igual espesor y secuencia, formados por areniscas gruesas, con estratificación cruzada, en el muro de cada uno, conglomerados de cantos de cuarzo subredondeados de 1,5 cm de moda.
- 9-10 m. Recubiertos.
32. 5-6 m. Arenisca violeta con abundantes minerales pesados.
31. 8 m. Alternancia de areniscas de grano grueso violáceas, y microconglomerados, con pizarras violáceas muy oscuras. En bancos de 0,80 a 0,60 m.
- 10 m. Recubiertos.
30. 45 m. Sucesión de cinco tramos de espesores análogos, compuestos de microconglomerados y areniscas verdosas a techo y pizarras violáceas hacia la base. En conjunto la estratificación es más fina hacia la base, donde predominan tonos más claros.
- 6 m. Cubiertos.
29. 6 m. Alternancia de areniscas y pizarras violáceas, en bancos de 0,30 a 0,70 m.; con niveles recubiertos y evidencia de una fractura oblicua.
- Esta fractura no altera mayormente la sucesión estratigráfica, como se comprueba algunos metros más arriba en la ladera, en donde afecta a tramos más alto en la serie que han sido anteriormente descritos. La serie continúa con:
28. 1,5 m. Areniscas verdosas claras, que hacia el muro se hacen más oscuras, a la vez que aumenta el tamaño de grano.
27. 0,20-0,30 m. Pizarras verdosas claras, muy alteradas.
26. 0,20 m. Banda irregular con cantos de cuarcita de hasta 10-15 cm. de formas diversas y con escasa redondez, desordenados en una matriz pizarroso-arenosa. La litología de los cantos es fácil de correlacionar con la de los niveles de la serie inferior a la discordancia.
- Discordancia.* Bajo ella aflora:
25. 3 m. Alternancia de pizarras limolíticas negras con intercalaciones lenticulares de protocuar-citas pardas.
24. 24 m. Alternancia de protocuar-citas pardas con pizarras y limolitas negras.
23. 8 m. Pizarras negras con pátina verdosa.
22. 38,5 m. Tramo de areniscas pardas en bancos medios, con una intercalación de 1,5 m. de pizarras arenosas al techo. En las areniscas hay abundantes ripples.
21. 34 m. Alternancia de tramos de areniscas o protocuar-citas pardo-verdosas en bancos gruesos con otros tramos de la misma litología pero más finamente estratificados.
20. 8 m. Pizarras y micrograuvacas.
19. 3,5 m. Areniscas gris-verdosas, claras, de grano medio con piritas distribuidas irregularmente.
18. 2 m. Micrograuvacas verdosas.
17. 4 m. Areniscas pardas con moteado limonítico y gruesas piritas.
16. 8 m. Micrograuvacas lajosas.
15. 9,50 m. Areniscas pardo-verdosas, claras, en bancos lenticulares, con laminaciones oblicuas. Moteado limonítico al techo, bajo el cual aparece 1 m. con cubos de pirita dispersos, de hasta 3 cm.

14. 12,5 m. Arenisca pardo-verdosa, de grano medio, en bancos de potencia irregular, hasta 0,40 m. A techo hay moldes, probablemente de medusas.
13. 3 m. Micrograuvacas pizarrosas, verdes.
12. 72 m. Grauvacas, gris-verdosas o azuladas, duras, con piritas. Cabe distinguir de techo a muro:
- 12 m. En bancos gruesos, con ripples de interferencia.
- 30 m. En bancos regulares de 0,3 a 0,5 m. con abundantes ripples de oscilación.
- 30 m. Casi masivo en la base, mejor estratificado a techo y con granoselección positiva. Ripples de oscilación. En la base de los estratos hay huellas de reptación uni- y bilobuladas.
11. 12 m. Micrograuvacas pizarrosas con laminaciones paralelas.
10. 10 m. Protocuar-citas, grauvacas y micrograuvacas, de grano medio. Bancos gruesos, color pardo verdoso. Laminaciones paralelas y oblicuas. A muro posibles huellas de movimiento y reposo de gasterópodos.
9. 9 m. Grauvacas y micrograuvacas muy alteradas.
8. 10 m. Grauvacas grises o verdosas, en bancos gruesos poco marcados. Grano grueso y suaves ondulaciones.
7. 35 m. Micrograuvacas con intercalaciones esporádicas de protocuar-citas oscuras.
6. 40 m. Tramo de transición entre los niveles con protocuar-citas superiores y los tramos grauváquicos inferiores. Hacia el techo se intercalan dos niveles masivos con claras huellas de carga en la base.
5. 22 m. Grauvacas gris-claro a verdosas, en bancos regulares de hasta 0,20-0,30 m. en el techo. Laminaciones oblicuas.
4. 35 m. Grauvacas gris-azuladas, limosas, en bancos regulares de 3 a 5 cm. Replegadas. Hacia el techo los bancos se hacen un poco más gruesos.
3. 1,40 m. Protocuar-cita de grano muy fino, gris-verdosa, con moteado pardo.
2. 18-20 m. Micrograuvacas arcillosas de color gris-verdoso, con dos delgadas intercalaciones de grauvacas.
1. 7 m. Crestón formado por 6 bancos de sub-grauvacas-protocuar-citas, de grano medio a fino. Color pardo-verdoso. Piritas deformadas de menos de 1 cm. Ripples de interferencia. Ondulas de 5×30 cm.
- Muro: 60-100 m. vistos. Pizarras verdes claras y micrograuvacas, bastante alteradas y replegadas.
- En esta serie cabe destacar:
- a) La continuidad de afloramiento que permite apreciar con detalle los pasos entre las diferentes unidades litológicas que la forman.
- b) La abundancia de huellas sedimentarias y de bioturbación que facilitan la interpretación de los ambientes sedimentarios que se suceden durante su deposición.
- c) La claridad con que se se puede apreciar la discordancia en la base de los tramos conglomeráticos.
- 3.2. ZONA DEL ANTICLINAL DEL RÍO PUSA.
- En el flanco meridional del anticlinal del Sur de Los Navalucillos, de eje, aproximadamente, paralelo al cauce del río, se han realizado cinco series, que de E a W son:
- Serie de Carboneros.
- Serie de la carretera de Los Navalucillos a Robledo del Buey.
- Serie del arroyo Posadilla.
- Serie del arroyo Azorejo.
- Serie de Espinoso del Rey.
- De estas series, la que mejores afloramientos tiene es la segunda. En las otras, la vegetación y los derrubios no permiten hacer un estudio detallado de las capas, por ello, y aún siendo la más incompleta, describimos a continuación detenidamente la serie de la carretera:
- Techo.—Areniscas pardas con microconglomerados y algún nivel de conglomerados. Escasos cantos dispersos de pizarra.
18. 4 m. Pizarras arcillosas gris-violeta, micáceas, localmente algo arenosas.
17. 18 m. Areniscas pardas de grano medio, alternando con niveles de microconglomerado y conglomerado, en bancos de 0,4 a 2 m. Los cantos están algo dispersos y son de cuarzo, con matriz arenosa parda. En la base se intercalan pequeños bancos de micrograuvacas.
16. 14 m. Alternancia de bancos de 0,6 a 0,8 m. de limolitas arenosas, color pardo-verdoso, compactas, con areniscas pardo claras, de

- grano muy fino y moteado de limonita. En algunos estratos la base es brechoide.
15. 8 m. Pizarras de color pardo verdoso, algo arenosas, con laminaciones paralelas y huellas de carga. Hacia la base hay una pequeña fractura, que no altera mayormente la sucesión estratigráfica.
 14. 25 m. Areniscas y limolitas arenosas con algunos niveles dispersos de conglomerado. Los materiales se presentan en lentejones con laminación oblicua. Presencia de "mud-cracks".
 13. 1,8 m. Conglomerado disperso con abundantes cantos de pizarra y matriz limo-arenosa.
 12. 10,50 m. Conglomerado de cantos de cuarcita muy redondeados de 4 a 12 cm. de eje mayor. Matriz areno-limosa de color ocre. Niveles esporádicos de areniscas limosas de 0,05 a 0,15 m.

Discordancia.

11. 38 m. Alternancia de tramos de 2 a 6 m. de areniscas pardas con tramos de ritmita. La arenisca presenta estratificaciones cruzadas. La ritmita está compuesta de niveles de arenisca de 2 a 15 cm. y limolitas arenosas en bancos de 2 a 10 cm. A 1,5 m. del techo aparece un nivel de piritas deformadas y lavadas.
10. 3 m. Alternancia de areniscas, en bancos de 0,20 a 0,30 m., con limolitas.
9. 9 m. Areniscas pardas con grandes ondulaciones.
8. 11,5 m. Alternancia de areniscas pardo-verdosas, en bancos de 0,3 a 0,5 m., con limolitas en bancos de 0,5 m.
7. 10 m. Alternancia de areniscas en bancos finos y limolitas, con claro predominio de las segundas.
6. 15 m. Areniscas pardas, con moteado limonítico en bancos de 0,30 a 2,5 m.
5. 14 m. Alternancia de areniscas y limolitas, con predominio de estas últimas hacia el techo. Estratificación lenticular.
4. 7,5 m. Limolitas, con escasísimas intercalaciones de arenisca en bancos de 0,10 m. de espesor.
3. 13 m. Areniscas pardas en bancos de 0,25 a 0,40 m. con escasas intercalaciones de limolitas.

2. 8 m. Alternancia de areniscas pardas, de grano fino, estratificación irregular y laminación oblicua y "sole marks", con limolitas alteradas en superficie. Todo ello estratificado en bancos finos.
 1. 8 m. Limolitas amarillentas, con escasos lentejones de areniscas.
- Muro. 25 m. vistos.—Alternancia de areniscas pardas en bancos de 0,10 a 0,70 m., con limolitas pardo-amarillentas o verdosas. En la base de los estratos de areniscas se aprecian pistas de reptación y ripples de interferencia. La serie queda cortada por una falla que la pone en contacto con las pizarras del Pusa.

4. INTERPRETACION DE LAS SERIES.

4.1. UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS.

Con los datos obtenidos en las cinco series del anticlinal del río Pusa completándolos y comparándolos con los de la serie del río Estena se pueden sintetizar las siguientes unidades litoestratigráficas fácilmente distinguibles para esta región. De techo a muro (ver figura 2):

Tramo L.—Pizarras de Navas de Estena, de color negro y con abundante fauna.

Tramo K.—Tránsito del nivel de cuarcitas infrayacentes (tramo J) a las pizarras del tramo L. Este paso se realiza mediante intercalaciones de cuarcitas en pizarras, pizarras que hacia el muro llegan a desaparecer. Potencia, 125 m.

Tramo J.—Ortocuarcitas en bancos gruesos y regulares, con abundantes crucianas, ripples y laminación paralela. Potencia, 250-300 m.

Tramo I.—Areniscas en bancos de espesor variable, con profusión de *Scolithus* y bioturbación. Potencia, 140-150 m.

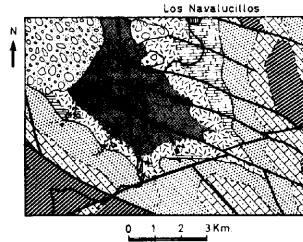
Tramo H.—Conglomerados y microconglomerados, bien estratificados, con intercalaciones de areniscas de grano medio. Abundante laminación oblicua. Localmente pudingas. Potencia, 220-290 m.

Discordancia.

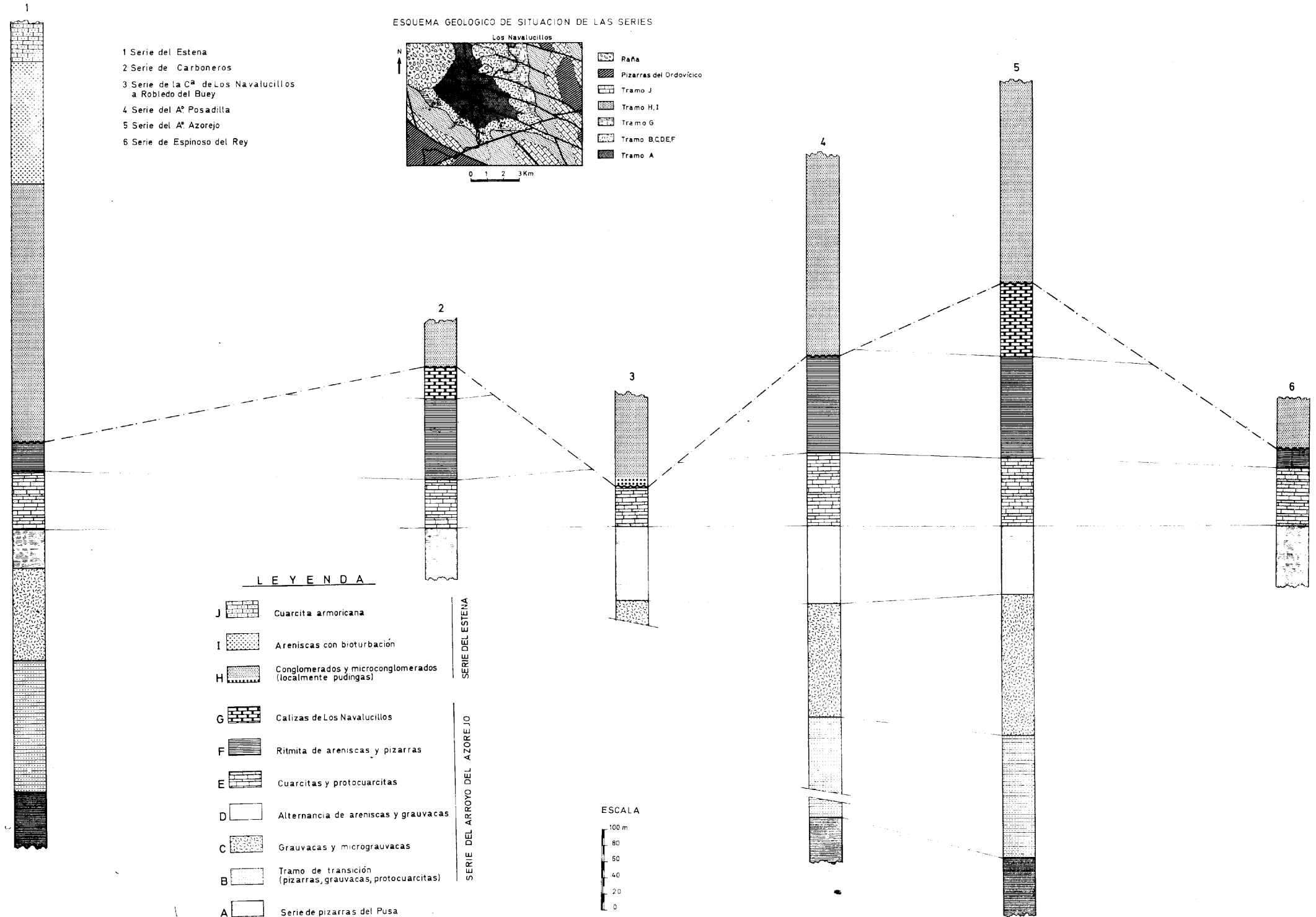
Tramo G.—Calizas de Los Navalucillos, duras, compactas, de color oscuro, con algunas intercalaciones de calcoesquistos que predominan en

ESQUEMA GEOLOGICO DE SITUACION DE LAS SERIES

- 1 Serie del Estena
- 2 Serie de Carboneros
- 3 Serie de la C^a de Los Navalucillos a Robledo del Buey
- 4 Serie del A^o Posadilla
- 5 Serie del A^o Azorejo
- 6 Serie de Espinoso del Rey



- Raña
- Pizarras del Ordovicio
- Tramo J
- Tramo H,I
- Tramo G
- Tramo B,C,D,E,F
- Tramo A



el techo del tramo. Potencia máxima vista, 90 m.

Tramo F.—Ritmita de areniscas y pizarras, con ripples y algunas señales de bioturbación. Potencia media, 100 m.

Tramo E.—Cuarzitas y protocuarzitas en bancos regulares, con abundantes ripples y huellas de reptación. Es característica la presencia de cubos de pirita, que en superficie están alterados a limonita. Potencia, 60 a 90 m.

Tramo D.—Alternancia de areniscas y grauvacas en bancos más o menos regulares, con escasas laminaciones oblicuas. Potencia, 40 a 100 m.

Tramo C.—Grauvacas y micrograuvacas, en bancos regulares y a veces potentes. Normalmente resaltan en la topografía. Potencia, 120 a 160 m.

Tramo B.—Tramo de transición formado por protocuarzitas, grauvacas y pizarras, con predominio neto hacia la base de las pizarras. Potencia, 150-160 m.

Tramo A.—Pizarras verdosas muy homogéneas, con típicas figuras de erosión.

Los tramos K y L sólo se han estudiado en el corte del río Estena.

Los tramos J, I y H están perfectamente definidos en el corte del río Estena, por lo que pueden reunirse bajo la denominación de "serie de Estena".

Los tramos G, F, E, D, C y B están en continuidad en el arroyo Azorejo, por lo que los unimos bajo el nombre de Serie del Azorejo. El tramo A, presente en las dos zonas estudiadas, ofrece los mejores afloramientos en el valle del río Pusa, de donde toma el nombre.

4.2. CARACTERES DE LA SEDIMENTACIÓN.

Con los datos descritos en los apartados anteriores podemos elaborar, a grandes rasgos, un esbozo de reconstrucción de las condiciones que dieron lugar a la deposición de los materiales estudiados.

La serie de pizarras del Pusa presenta una gran homogeneidad de sedimentación, y ésta es, en general, de grano fino. Esto parece indicar una deposición en medio tranquilo, por debajo del nivel de base del oleaje.

El tramo de transición y los niveles de grauvacas suprayacentes, exigen una energía mayor en

el medio. Esta energía va aumentando hacia el techo.

La sedimentación continúa en idénticas condiciones hasta alcanzar el tramo de ritmitas, donde la presencia de ripples y bioturbación marcan un ambiente somero. Un cambio de las condiciones físico-químicas de la cuenca, acompañado también, probablemente, de cambios en el área madre, da lugar a la deposición carbonatada.

Encima de la discordancia se reanuda la sedimentación propia de un medio de gran energía, con abundancia de laminaciones oblicuas, en los momentos en que decrece el tamaño de grano, para pasar a una sedimentación de llanura intermareal, con abundante bioturbación, *Scolithus* y huellas de retracción. En los niveles con laminación paralela, ésta se aprieta más hacia el techo, efecto normal en los sedimentos más altos de llanuras intermareales.

A partir de este punto, los índices de tamaño de grano, huellas de sedimentación y estructuras de origen orgánico, nos marcan un ligero aumento en la profundidad, pasando a un medio marino somero, pero por encima del nivel de base del oleaje.

Las pizarras de Navas de Estena marcan un aumento de la batimetría.

La observación en continuidad de los hechos expuestos nos lleva a las siguientes deducciones:

- 1) La sedimentación es continua desde la base visible de las pizarras del Pusa, hasta la discordancia.
- 2) La batimetría de esta serie disminuye paulatinamente hasta alcanzar profundidades pequeñas.
- 3) Los sedimentos situados por encima de la discordancia presentan índices suficientes para afirmar la existencia de una sedimentación continua.
- 4) La batimetría de esta serie superior aumenta de forma lenta, pero continua.

4.3. CARACTERES DE LA DISCORDANCIA.

La discordancia, que aparece en la base del tramo H, había sido ya intuida por Cortázar, D. de (1880), de cuyos datos se hace eco Gómez de Llarena, J. (1916), aun cuando la asigna un carácter local. Con posterioridad, Ramírez y Ramírez, E. (1955), indica el carácter transgresivo y macroclástico de la base del Ordovícico, pero sin citar discontinuidad, siendo Lotze, F. (1956 b) el que estudia por primera vez dicha discordancia y

la bautiza con el nombre de "Toledánica" reservando el de "Ibérica" (=Sárdica) para describir la discordancia cartográfica existente a escala regional entre la "cuarcita armoricana" y el tramo I.

En nuestra zona, la discordancia aparece patente tanto en el corte del río Estena como en los del Azorejo, Posadilla, carretera de Los Navalucillos a Robledo del Buey y Carboneros, y en diversos lugares de los alrededores de Espinoso del Rey. En todos estos lugares, el contacto presenta las irregularidades propias de un material que recubre a otro previamente erosionado, lo cual resulta especialmente evidente en el corte de la carretera a Robledo del Buey, donde entre la masa basal de pudingas emergen bloques pertenecientes a los bancos de cuarcitas del tramo E, infrayacentes. En el resto de los afloramientos, el contacto se verifica mediante material grueso, conglomerático o mediante material fino, englobando cantos o fragmentos sin rodar procedentes de las formaciones inmediatamente subyacentes (corte del Estena). Ya fuera de la zona estudiada, los conglomerados son particularmente gruesos en Piedraescrita y La Nava de Ricomalillo, al S y W de los Montes de Toledo, volviéndose a encontrar pudingas semejantes a las anteriormente descritas en las proximidades de Cijara.

Los tramos afectados por la discordancia oscilan en la zona de estudio entre el E y el G; así, entre el Arroyo Azorejo y Carboneros, en los cuales llegan a aflorar las calizas de Los Navalucillos, existe un brusco descenso de la discordancia, llegando a afectar al tramo E, en la carretera de Robledo del Buey. Dicho descenso, unido a la citada presencia de pudingas masivas, hace pensar para este punto en la presencia de un paleocanal relleno de material grueso. Además, a escala regional, puede observarse que la discordancia, hacia el S y haciendo abstracción de los pliegues, va afectando a tramos cada vez más bajos de la "Serie del Azorejo", los cuales pueden llegar a desaparecer, con lo cual la discordancia llegaría a situarse directamente sobre las pizarras del Pusa o sus equivalentes más al S. No obstante, en el borde N de los Montes de Toledo y hacia el W, la discordancia suele situarse sobre los tramos D y E, cuarcíticos y con abundantes ripples-marks, que indican direcciones de corriente NE-SW (polaridad desconocida). En cambio, hacia el E y NE la discordancia afecta a tramos cada vez más altos (serie verde de Aparicio, A. 1971), llegando incluso a

aparecer las areniscas de *Ellipsocephalus*, en los Cortijos de Malagón (Weggen, K., 1955).

Por lo que respecta a la discordancia ibérica, que se situará entre los tramos I y J, no se aprecia en nuestra zona, ya que la "cuarcita armoricana" no presenta conglomerado basal y, cartográficamente, los tramos H, I y J se presentan en bandas paralelas, constituyendo alineaciones de cerros. De estas cadenas morfológicas, la más elevada y agreste pertenece a la "cuarcita armoricana", y la más baja y redondeada, a los microconglomerados. Localmente (Azorejo), a éstas se suma una tercera aún más baja, constituida por el conjunto B, C, D y E, que, por efecto de la discordancia, se une morfológicamente a la segunda alineación de cerros.

La traza, pues, de la discordancia toledánica se debe principalmente a una intensa erosión, con depósito posterior de series clásticas gruesas. No obstante, no debe omitirse la posibilidad de una tectónica preordovícica que condicionase la geometría de los tramos de la serie del Azorejo, previamente a su decapitación por la discordancia toledánica. Esta hipótesis, ya expresada por San José, M. A. de (1970 b, c, d), será desarrollada por nosotros en próximos trabajos.

4.4. EDAD DE LAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.

La única fauna válida para datación de las series estudiadas se sitúa sobre las pizarras arcillosas, negras, de los tramos K y L, superiores a la "cuarcita armoricana" de la serie del río Estena. Dicha fauna, comprendiendo *Didymograptus*, *Sanguinolites* y algunos Trilobites, no ha sido estudiada especialmente por nosotros, puesto que recientemente lo ha sido, en estos mismos yacimientos, por Gil Cid, M. D. (1971, 1972 a y b), que define para ella una edad Llanvirn-Llandeilo. Así, el tramo J puede considerarse como Skiddaviense, por encontrarse en continuidad bajo K y L y por presentar pistas de *Cruziana furcifera*.

En los tramos I y H, teniendo en cuenta las ideas de Lotze, F. (1961), de San José Lancha, M. A. de (1965 y 1970 a), de Vegas, R. (1971 b) y los datos de Martín Escorza, C. (1971), debe estar comprendido el Tremadoc y el Cámbrico Superior, sin que podamos precisar sus límites, debido a la ausencia de fauna y de pistas en el tramo H situado inmediatamente encima de la discordancia, que Lotze, F. (1956 b, 1961) considera como toledánica.

Por lo que respecta a la serie del Azorejo, el

tramo G (calizas de Los Navalucillos) presenta restos de Trilobites en Noez (Aparicio, A., y Gil Cid, M. D., 1972) del Cámbrico Inferior alto. Estas calizas son similares a las de Urda y San Pablo de los Montes, donde también presentan fauna (San José, M. A. de, 1965 y 1970 a, y Gil Cid, M. D., 1972 a) y constituyen un nivel guía estratigráfico en la región estudiada.

A partir de este tramo y hasta la base de la serie, la continuidad sedimentaria es perfecta, por lo que es imposible fijar el límite Cámbrico-Precámbrico aduciendo razones tectónicas o interrupciones en la sedimentación, salvo que éste se encuentre por debajo de las pizarras del Pusa.

No obstante, la abundancia de pistas y huellas de origen biológico nos induce a pensar que, al menos, los tramos F, E, D y C deben considerarse aún incluidos dentro del Cámbrico Inferior.

5. CONCLUSIONES.

De los datos anteriormente expuestos se deduce:

1. En el flanco meridional del anticlinal del río Pusa (S. de Los Navalucillos) aparece, en sucesión normal bajo las calizas de Los Navalucillos (Cámbrico Inferior, una potente serie detrítica.
2. Dicha serie detrítica se encuentra en perfecta continuidad sedimentaria tanto con las calizas como con las pizarras infrayacentes (pizarras del Pusa).
3. Sobre este conjunto se deposita en discordancia (fase toledánica) otra serie detrítica, con base conglomerática, sobre la que se superpone la "cuarcita armoricana" y las pizarras de Navas de Estena, éstas con fauna del Llanvirn-Llandeilo.
4. La serie detrítica superior, se apoya sobre diferentes niveles del Cámbrico Inferior, eliminando por erosión las calizas de Los Navalucillos y parte de la serie del Azorejo.
5. Dada la continuidad de la sedimentación desde las calizas de Los Navalucillos (Cámbrico Inferior) a la potente serie de pizarras del Pusa, incluidas éstas, cabe plantear dos hipótesis:
 - a) Si se considera edad precámbrica para las pizarras del Pusa, no existe, en esta

región, discontinuidad entre el Cámbrico y el Precámbrico.

- b) Si se admite la existencia de dicha discontinuidad como separación entre el Cámbrico y el Precámbrico, este límite estará por debajo de la base visible de las pizarras del Pusa.

6. BIBLIOGRAFIA

- APARICIO YAGÜE, A.: *Nota previa sobre la geología del macizo cristalino de Toledo*. "Estudios Geológicos", C. S. I. C., Vol. XXVI, pp. 281-283, 2 figs., 1 mapa, Madrid (1970).
- APARICIO, YAGÜE, A.: *Estudio geológico del macizo cristalino de Toledo*. "Estudios Geológicos", C. S. I. C., Vol. XXVII, pp. 369-414, 42 figs., 1 mapa, 1 lám. Madrid (1971).
- APARICIO YAGÜE, A., y GIL CID, M. D.: *Hallazgo de Trilobites en el Cámbrico de los montes-ista de Toledo*. "Estudios Geológicos", C. S. I. C., Vol. XXVIII, pp. 105-109, 3 figs., 1 lám., Madrid (1972).
- CAPOTE, R.; GUTIÉRREZ ELORZA, M., y VEGAS, R.: *Observaciones sobre la tectónica de las series precámbricas y paleozoicas del Este de la provincia de Cáceres*. "Boletín Geol. y Min", I.G.M.E., t. LXXXII, fas. II, pp. 147-151, 9 figs., Madrid (1971).
- CORTÁZAR, D. de: *Expedición geológica por la provincia de Toledo en 1877*. "Bol. Com. Mapa Geol. de Esp.", tomo V, pp. 139-144, Madrid (1878).
- CORTÁZAR, D. de: *Expedición geológica por la provincia de Toledo en 1978*. "Bol. Com. Mapa Geol. de Esp.", tomo V, pp. 321-326, Madrid (1878).
- CORTÁZAR, D. de: *Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real*. "Bol. Com. Mapa Geol. de España", t. VII, pp. 289-330, Madrid (1880).
- GIL CID, M. D.: *Contribución al estudio de la fauna del Ordovícico de los Montes de Toledo (Trilobites)*. "Estudios geológicos", C. S. I. C., vol. XXVI, pp. 285-295, 3 figs., 4 láms., Madrid (1970).
- GIL CID, M. D.: *Nota sobre algunos Calymenáceos (Trilobites) del Ordovícico de los Montes de Toledo*. "Estudios Geológicos", C. S. I. C., vol. XXVII, pp. 311-316, 1 fig., 1 lám., Madrid (1971).
- GIL CID, M. D.: *Sobre algunos Asaphidae (Trilobites) del Ordovícico de los Montes de Toledo (España)*. "Estudios Geológicos", C. S. I. C., vol. XXVIII, pp. 89-101, 4 figs., 2 cuad., 2 láms., Madrid (1972 a).
- GIL CID, M. D.: *Sobre los Phacopina del Ordovícico de los Montes de Toledo*. "Estudios Geológicos", C.S.I.C., vol. XXVIII, pp. 143-153, 1 fig., 2 láms., Madrid (1972 b).

- GÓMEZ DE LLARENA, J.: *Un ejemplo de metamorfismo en los Montes de Toledo*. "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. XIV, pp. 383-385, Madrid (1914 a).
- GÓMEZ DE LLARENA, J.: *Excursión geológica a Navas de Estena (Montes de Toledo)*. "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. XIV, pp. 385-388, Madrid (1914 b).
- GÓMEZ DE LLARENA, J.: *Bosquejo geográfico-geológico de los Montes de Toledo*. "Trab. del Mus. Nac. Cienc. Nat. (Ser. Geol.)", n. 15, pp. 5-74, 9 figs., 10 láms., Madrid (1916).
- GUTIÉRREZ ELORZA, M., y VEGAS, R.: *Consideraciones sobre la estratigrafía y tectónica del E de la provincia de Cáceres*. "Estudios Geológicos", C. S. I. C., volumen XXVII, pp. 177-180, 1 mapa, Madrid (1971).
- HERNÁNDEZ PACHECO, E.: *Itinerario geológico de Toledo a Urda*. "Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. (Ser. Geol.)", n. 1, pp. 5-46, 2 figs., 8 láms., Madrid (1912).
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *El Sistema Cambriano en España*. "Explic. del nuevo Mapa Geol. de España a E. 1:1.000.000", t. I, pp. 291, Mem. del I.G.M.E., tomo XLI, Madrid (1935).
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *El Sistema Siluriano*. "Explic. del nuevo Mapa Geol. de España a E. 1:1.000.000", t. II, fasc. I: 592 pp., fasc. II: 254 pp., Mem. del I.G.M.E., t. XLV, Madrid (1942).
- LOTZE, F.: *Forschungen zur Stratigraphie des westmediterranen Kambriums*. "Jb. Akad. Wiss. Lit.", pp. 70-72., Mainz (1954).
- LOTZE, F.: *Probleme des spanischen Kambriums und neue Forschungsergebnisse*. Vortrag. 15-2-1954, "Z. dt. geol. Ges.", 105 (1953), 571, Hannover (1955 a).
- LOTZE, F.: *Forschungen zur Stratigraphie des westmediterranen Kambriums*. "Jb. Akad. Wiss. Lit.", pp. 68-69, Mainz (1955 b).
- LOTZE, F.: *Das Prakambrium spaniens*. "N. Jb. Geol. Paläont.", H. 8, pp. 373-380, Stuttgart (1956 a).
- LOTZE, F.: *Über sardische Bewegungen in Spanien und ihre Beziehung zur Assynthetische Faltung*. "Geotek. Cympos. zu Ehren von H. Stille.", pp. 126-139, Stuttgart (1956 b).
- LOTZE, F.: *Zur stratigraphie des Spanischen Kambriums*. Münster "Geologie", Jahrgang 7, Heft 3-6, pp. 727-750, Berlín (1958).
- LOTZE, F., y SDZUY, K.: *Das Kambrium Spaniens*. "Abh. Akad. Wiss. Math. Naturw. Klasse", n. 6, t. I, pp. 285-498, Mainz y Wiesbaden (1961).
- LLOPIS LLADÓ, N., y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.: *Sobre la existencia de una orogenia arcaica en el centro de España y sus relaciones con Asturias*. "Brev. Geol. Astúrica", n. 3-4, pp. 51-72, Oviedo (1961).
- LLOPIS LLADÓ, N., y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.: *Sur l'existence d'une tectonique archéenne au centre de l'Espagne*. "C.R. Somm. des séances de la Soc. Géol. de France", fase 8, pp. 245-246, París (1962).
- LLOPIS LLADÓ, N., y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.: *Sur la presence d'une discordance précambrienne aux shrites de Tolède, Espagne*. "Compt. Rend. Soc. Géol. France", fasc. VII, pp. 250-252, París (1963 a).
- LLOPIS LLADÓ, N., y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.: *Sur l'estratigraphie du Précambrien au Sud-Ouest de Puente del Arzobispo (Prov. de Cáceres, Espagne)*. "C.R. somm. des saances de la Soc. Géol. de France", fasc. 5, pp. 152-153, París (1963 b).
- LLOPIS LLADÓ, N., y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.: *Sur les caractères morphotectoniques de la discordance précambrienne au Sud de Toledo (Espagne)*. "C. R. Somm. Soc. Géol. de France", fasc. 7, pp. 220-221, París (1965).
- MARTÍN ESCORZA, C.: *Estratigrafía del Paleozoico en Mora de Toledo (Toledo)*. "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat." (Ser. Geol.), t. 69, n. 3, pp. 261-265, Madrid (1971).
- MELÉNDEZ, B.: *Los terrenos cámbricos de la Península Hispánica*. "Trab. Inst. J. de Acosta", C. S. I. C. (Ser. Geol.), t. 1, n. 1, Madrid (1943).
- MERTEN, R.: *Stratigraphie und Tektonik der Nordöstlichen Montes de Toledo (Spanien)*. "Diss. Math. Naturwiss. Fak. Univ. Münster", 109 s., 59 Abb. Münster (1955 a). En *Lotre, Fo*, 1961.
- MERTEN, R.: *Tektonik der Granit und sedimentgesteine in den Montes de Toledo (Spanien) und den angrenzenden Gebieten*. "Z. Dtsch. Geol. Ges.", 105. s. 572, Hannover (1955 b).
- PARGA, J., y VEGAS, R.: *Problems and discusion on Precambrian series of the Hesperic Massif (Western Iberian Peninsula)*, "Geol. Rundschau", B. 61, H. 1, pp. 44-69, Stuttgart (1972).
- PRADO, C. del; VERNEUIL, E. de, et BARRANDE, J.: *Mémoire sur la Géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède; suivi d'une description des fossiles qui s'y rencontrent*. "Bull. de la Soc. Géol. de France", 2ème. série, t. XII, pp. 3-86, 3 figs., 7 láms., 1 mapa, París (1855).
- RAMÍREZ Y RAMÍREZ, E.: *El límite cambriano-siluriano en el borde noroccidental de los Montes de Toledo*. "Notas y Com. I.G.M.E.", n. 40, pp. 53-86, 6 láms., 6 figs. Madrid (1955).
- SAN JOSÉ LANCHI, M. A. de: *Estudio geológico de los alrededores de San Pablo de los Montes (Toledo)*. Tesina de Licenciatura, Dpto. Estratigrafía. Universidad Comp. Madrid (1965). (Inédito.)
- SAN JOSÉ LANCHI, M. A. de: *Nota preliminar sobre el estudio de los alrededores de San Pablo de los Montes (Toledo)*. "Cuadernos de Geología Ibérica", n. 1, Dept. de Geología Económica, C. S. I. C., pp. 335-343, Madrid (1970).

- SAN JOSÉ LANCHI, M. A. DE: *Resumen geológico de la zona NE y Centro de la hoja n. 60 a E. 1:200.000, Villanueva de la Serena, P.N.I.M., informe privado publicado por I.G.M.E., Mapa Geol. de Esp. E. 1:200.000, síntesis de la cartografía existente, 1.ª ed., Mem. de la hoja n. 60 (Villanueva de la Serena), Madrid, 1971 (1970).*
- SAN JOSÉ LANCHI, M. A. DE: *Memoria geológica de parte de la hoja n. 52, a E. 1:200.000, Talavera de la Reina, P. N. I. M., informe privado publ. por I.G.M.E., Mapa Geol. de Esp., E. 1:200.000, síntesis de la cartografía existente, 1.ª ed., Memoria de la hoja n. 52 (Talavera de la Reina), Madrid, 1971 (1970).*
- SAN JOSÉ LANCHI, M. A. de: *Resumen geológico de la zona SW de la hoja n. 53, a E. 1:200.000, Toledo, P. N. I. M., informe privado publ. por I.G.M.E., Mapa Geol. de Esp. E. 1:200.000, síntesis de la cartografía existente, 1.ª ed., Memoria de la hoja n. 53 (Toledo), Madrid, 1972 (1970).*
- VEGAS, R.: *Geología de la región comprendida entre la Sierra Morena occidental y las sierras del norte de la provincia de Cáceres (Extremadura española)*. "Bol. Geol. y Min.", I.G.M.E., t. LXXXII, fasc. III-IV, páginas 351-358, 1 fig., Madrid (1971 a).
- VEGAS, R.: *Precisiones sobre el Cámbrico del centro y sur de España. El problema de la existencia del Cámbrico en el Valle de Alcuñía y en las sierras de Cáceres y Badajoz*. "Estudios Geológicos", C. S. I. C., volumen XXVII, pp. 419-425, 2 figs., Madrid (1971 b).
- WEGGEN, K.: *Vorkommen und stratigraphische Verhältnisse des Kambriums in den östlichen Montes de Toledo*. "Z. Dtsch. Geol. Ges", B. 105, s. 572-573, Hannover (1955).

Recibido: Septiembre 1973.

Yacimientos españoles de bauxitas y alunitas

Por A. CABALLERO (*), F. MENENDEZ DEL VALLE (*) y J. L. MARTIN VIVALDI (+) (*)

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza una síntesis sobre el estado actual en el que se encuentran los conocimientos sobre los yacimientos españoles de bauxitas y alunitas.

Se incluyen datos de difracción de rayos-X, análisis térmico diferencial, análisis químico, etc., obtenidos bien de la bibliografía, bien elaborados para este trabajo. Igualmente se exponen las ideas que existen actualmente sobre la génesis de estos yacimientos, al mismo tiempo que se realiza una exposición de los aspectos económicos que afectan a los mismos.

ABSTRACT

The present paper takes in a synthesis of the up to date knowledge on the bauxite and alunite spanish deposits.

X-ray diffraction, DTA and chemical analysis data that have been obtained either from the bibliography or else elaborated for this paper, are included as well as the actual tendency on the genesis of such deposits and the exposition of the economic aspects that could affect them.

I. INTRODUCCION

El aluminio ocupa actualmente un lugar destacado entre los materiales básicos de la industria moderna, dadas sus particulares propiedades, que le confieren en una amplia y variada utilización. En la figura 1 se muestran las aplicaciones de tal elemento en un país como USA en el año 1968.

La materia prima fundamental para la obtención del aluminio es esencialmente la bauxita. A escala mundial, el 90 por 100 de la producción de bauxitas se destina a la obtención de alúmina, siendo utilizado el 10 por 100 restante en las industrias de refractarios, químicas y abrasivos.

En España, el empleo de nuestras bauxitas como

(*) Departamento de Cristalografía y Mineralogía, Facultad de Ciencias, Universidad Complutense, Madrid.

NOTA: El IGME realiza actualmente la investigación minera en los yacimientos de alunitas de Riaza, habiéndose finalizado el año pasado la investigación de bauxitas en la zona de la Llacuna y Fuentespalda.

rocas industriales se realiza esencialmente en las industrias de refractarios, abrasivos, correctivos, ladrillería, cementos y sus derivados.

La alunita y los términos de su serie isomorfa, aunque con un porcentaje de Al_2O_3 en su composición sensiblemente inferior al de las bauxitas de primera calidad, tiene no obstante, un futuro muy prometedor en la industria del aluminio, gracias a las nuevas técnicas empleadas en su beneficiamiento.

La repartición mundial de las mineralizaciones de aluminio es muy desigual, dadas las condiciones un tanto restringidas que inciden en su génesis; siendo explotados sus yacimientos en 28 países fundamentalmente, de los cuales Surinam, Guyana, USA, Francia, Jamaica, Hungría, URSS, Yugoslavia, Guinea y Australia suministran casi el 75 por 100 de la producción media anual, cifrada en unos 55 millones de Tm. para el año 1969 (Valeton, 1972). España, netamente deficitaria, ocupa con sus

5.432 Toneladas anuales. (Estadística Minera de España, 1971) el 26 lugar entre los países productores.

Mientras que la producción mundial se incrementa en un 10 por 100 anual, la española se mantiene estacionaria e incluso sufre una ligera regresión, coyuntura que incide negativamente en la Economía Nacional, dado que sólo producimos alrededor del 4 por 100 de las necesidades del mercado interior, por lo cual es preciso importar del orden de las 110.421 Tm. anuales, de minerales de aluminio, por un importe de 207.055.000 millones de pesetas (Estadística Minera de España, 1971).

Dada la marcada importancia que revisten las mineralizaciones de aluminio en orden a su apro-

alunitas, etc. Parte de los resultados obtenidos han sido ya publicados o se encuentran en vías de publicación. El presente trabajo tiene como objetivo fundamental exponer la situación actual en que se encuentran los conocimientos que sobre bauxitas y alunitas españolas existen, basados en datos bibliográficos, así como la aportación de otros nuevos sobre algunos yacimientos de este último mineral.

II. ANTECEDENTES

Es Almera, en 1900, el primer investigador que cita la existencia de bauxitas en España, concretamente en Cataluña.

Quince años después se inician las investigaciones y se localizan yacimientos en las provincias de Barcelona, Tarragona y Lérida, siendo descritos por Faura (1918), Bataller (1919) y Sampelayo (1920).

No obstante, a pesar de estos trabajos, los yacimientos de bauxita quedaron olvidados, debido, en gran parte, a la afirmación prematura de que nuestras bauxitas no eran buenas comercialmente, abandonándose la investigación por estimar que carecerían de interés industrial para competir con las bauxitas francesas, que copaban por entonces el mercado.

Más adelante, la guerra mundial trajo consigo un aumento del consumo de aluminio en el mundo, lo que motiva la reanudación de los estudios sobre nuestras bauxitas. En las memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona publica, por entonces, Bataller (1943) una extensa memoria sobre las bauxitas de Lérida.

Posteriormente, San Miguel de la Cámara (1950) y (1954) publica dos extensos trabajos sobre las bauxitas del NE de España, delimitando las paragénesis existentes, formas del yacer y nivel estratigráfico.

Simultáneamente, Lapparent (1950) realiza un estudio sobre el nivel estratigráfico de las bauxitas españolas, atribuyéndoles edad cretácica, anteriores al Senoniense, englobándolas genéticamente en el conjunto de bauxitas mediterráneas.

En el mismo año, Font (1951), en su "Análisis Rontgenográfico de algunas bauxitas de la región NE de España", establece las asociaciones mineralógicas características de las mismas.

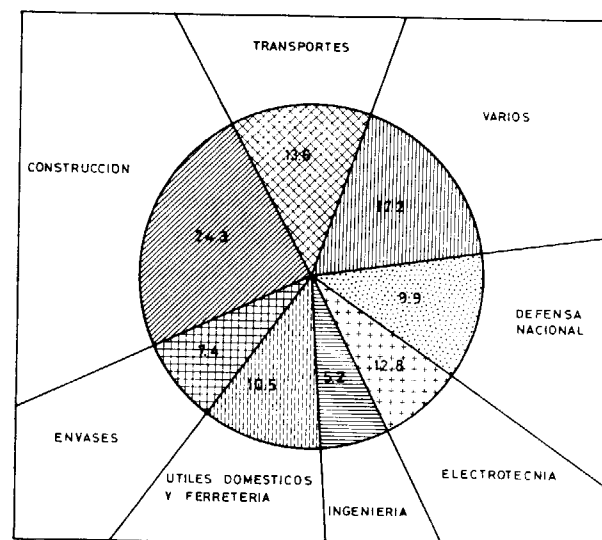


Figura 1

Aplicaciones del aluminio en U.S.A. en el año 1968 (Valeton, I; 1972).

vechamiento industrial, así como los aspectos económicos que ello comporta, se hace necesario un profundo estudio geológico, mineralógico y mineralotécnico de nuestros yacimientos, y una racional prospección en nuevas zonas prometedoras.

Tales campañas de investigación han sido ya iniciadas por organismos estatales.

En el Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Mineralotecnica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense, de Madrid, se inició en 1968 un plan de investigación sobre minerales aluminicos de interés nacional, caolines, bauxitas,

Posteriormente, Font Altaba y Closas (1960) realizan el estudio de un yacimiento en Portilla de Luna (León), único en España, que se asienta sobre materiales paleozoicos. Le siguen los estudios recientes de Alias Pérez, Ortiz Silla y Rodríguez Gallego (1972), sobre un yacimiento en Zarzadilla de Totana (Murcia), y es también en este mismo año cuando se publica el Mapa predictor de Mineralizaciones de Al, que recoge la perspectiva actual y futura de los yacimientos españoles de bauxita y sus características.

La presencia de alunita es conocida de antiguo en las provincias volcánicas de Cabo de Gata (Almería) y Cartagena-Mazarrón (Murcia) (Calderón, 1910); al igual que las ampetitas aluminíferas de la zona de Riaza (Segovia), citadas por Mollada (1927), en su Memoria Explicativa del Mapa Geológico Nacional.

No obstante, el estudio exhaustivo de las primeras no se realiza hasta principios de la década pasada, al confluír allí importantes investigaciones mineralógicas, Girela (1961), Martín Vivaldi (1962), que ponen de manifiesto nuevos puntos donde aparece alunita, junto a los yacimientos de bentonitas que eran objeto de sus trabajos.

Con anterioridad, Hoyos y Mata (1958) estudian las alunitas del pico del Teide (Tenerife).

Hoyos y Alias (1962) identifican como alunita el mineral denominado calafatita y que fuera citado por Calderón (1910), en Benahadux y Gador (Almería). Hoyos (1963) realizó análoga tarea al determinar como natroalunita el mineral denominado almerita y citado en Adra (Almería).

Posteriormente, Hoyos y Alias (1962 y 1965) realizan un estudio de los yacimientos de alunita del Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia).

Martín Vivaldi y Linares (1968), en su estudio "Las bentonitas del Cabo de Gata", indican la presencia de alunita en algunos puntos del sector, tales como Cerro del Aire, Norte del Pecho de los Cristos, Rambla del Cuervo y Cortijo Colorado.

III. SITUACION GEOGRAFICA

Geográficamente, los yacimientos de bauxita en nuestro país se encuentran enclavados dentro de cinco zonas muy bien delimitadas.

Subpirenaica o Catalana Septentrional
Catalana Central.

Costero Catalana y al Sur del Ebro.

León.

Murcia.

La concentración de yacimientos conocidos en estas cinco zonas es muy dispar, pues mientras que León sólo cuenta con uno, al igual que Murcia, las otras zonas presentan una notable densidad de los mismos. En la figura 2 se muestra la localización de los municipios en los que existen yacimientos de bauxita.

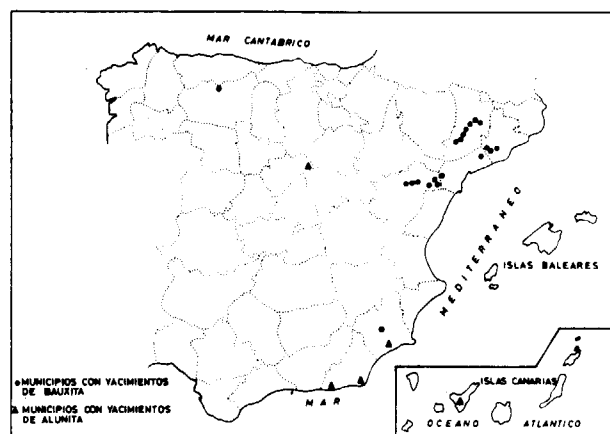


Figura 2

Municipios en los que existen yacimientos de bauxita y alunita.

Los yacimientos de alunita se encuentran fundamentalmente en tres zonas:

Zona de Sierra de Gata (Almería).

Zona de Mazarrón (Murcia).

Zona de Riaza (Segovia).

En la tabla I se exponen los municipios y localidades, agrupados por provincias, en los que existen yacimientos o indicios apreciables de bauxita y alunita.

IV. SITUACION GEOLOGICA

BAUXITAS.

Todos los yacimientos españoles de bauxita, a excepción del situado en la zona de León, se localizan en terrenos mesozoicos (fig. 3), teniendo por muro en muchas ocasiones materiales atribuidos al Triásico superior, en su facies de margas, calizas y dolomías o en el nivel de carnioles. En otros casos, el muro lo constituye, una serie de calizas

compactas, estériles, atribuidas al Jurásico y que, a veces han sido consideradas Cretácico inferior (Urgo-Aptiense). Su techo geológico, cuando se observa, son las areniscas del Albiense, habiendo llegado a veces la sedimentación a las calizas eocenas en facies de alveolinas, existiendo una gran laguna estratigráfica que se extiende desde el Keuper o Infralías al Eoceno inferior para los yacimientos de Barcelona y hasta el Oligoceno en los de Tarragona. En otros sectores, queda dicha laguna estratigráfica más limitada, con muro de calizas jurásicas o urgoptienses y techo de arenas albienses o senonienses, como ocurre en la mayor parte de Tarragona y Lérida (San Miguel de la Cámara, 1950).

Lapparent (1950) atribuye a las bauxitas del NE de España una edad cretácica, anterior al Senoniense. Según él, están extendidas en las sinuosi-

En Zarzadilla de Totana (Murcia), el yacimiento de bauxita se presenta en forma de bolsada recubierta por gran cantidad de elementos calizos y materiales arcillosos.

ALUNITAS.

Los yacimientos de alunita de la zona de Riaza se presentan en forma de masas irregulares, de coloración muy abigarrada, sobre pizarras silúricas y siendo el techo de los mismos una brecha feruginosa de potencia muy variable, atribuible al Terciario.

Por el contrario, los yacimientos de alunita de Almería y Mazarrón se encuentran ligados a rocas volcánicas de tipo riodacítico y siempre en zonas de fractura.

V. CARACTERISTICAS MINERALOGICAS, GEOQUIMICAS Y GENETICAS

Bauxita.—La bauxita puede definirse como una roca sedimentaria compacta o tierna y aún terrosa, de variada coloración (roja, rosada, vinosa, blanca), que suele presentarse en los yacimientos como masas con partes de todas las coloraciones, formando, en la mayoría de los casos, un abigarrado mosaico y constituida esencialmente por una asociación de minerales aluminicos y férricos en forma de óxidos, hidróxidos y silicatos (diasporo, boehmita, gibsitita, goethita, caolinita, haloisita).

La estructura de la roca es generalmente homogénea, salvo en el caso de las rojas, que es siempre pisolítica; algunas veces, tal como ocurre en los yacimientos del NE de España, las bauxitas de color rosáceo y blanco pueden presentar también este tipo de estructura.

ZONA CATALANA SEPTENTRIONAL, CATALANA CENTRAL Y COSTERO CATALANA.

Se han agrupado estas tres zonas geográficas dentro del mismo apartado, ya que existe una gran similitud, entre los yacimientos de las mismas, no sólo de índole mineralógica, sino de índole geológica y genética.

En estas zonas la asociación mineralógica característica es, según San Miguel (1950), la siguiente: caolinita, haloisita, gibsitita, diasporo, boehmita, hematites, goethita y ocasionalmente rutilo o anatasa, siendo los más abundantes, gibsitita, boehmita y caolinita.

Los minerales férricos pueden alcanzar incluso hasta el 25 por 100, como ocurre en los yacimientos de Alós de Balaguer.

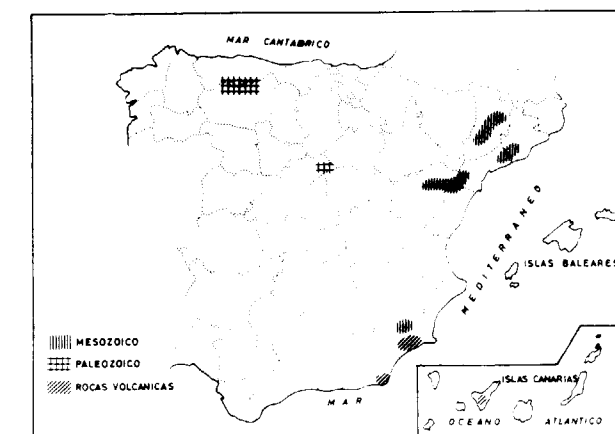


Figura 3

Situación geológica de los yacimientos de bauxita y alunita.

dades cársicas de una vieja superficie de calizas y dolomías jurásicas más o menos profundamente erosionadas según las regiones; desde el Kimmeridgiense, en Fuentespalda (Teruel), hasta el Dogger (Pirineo de Lérida) al Lías inferior, entre Barcelona y Tarragona.

El yacimiento de León reposa sobre pizarras arcillosas devónicas del Eifeliense inferior, teniendo por techo las calizas del Sivetiense.

El yacimiento de Murcia posee análogas características a los del NE de España.

La mayoría de los yacimientos del NE de España aparecen como capas más o menos continuas fáciles de seguir en el terreno, salvo algunos de la provincia de Barcelona, que se presentan en forma de masas aisladas o bolsadas.

Los estudios difractométricos de Font (1951) demuestran que la mayoría de las bauxitas de estas zonas son esencialmente boehmíticas.

El diasporo es poco abundante y sólo está presente y en cantidad apreciable en los yacimientos de La Llacuna (Barcelona).

Recientes investigaciones mineralógicas, realizadas por nosotros en los yacimientos de la cuenca de Beceite, han puesto de manifiesto la presencia de alofana en cantidad apreciable.

En la figura 4 se exponen en un diagrama triangular, las consideraciones mineralógicas indicadas anteriormente.

En la tabla II se expone el contenido en algunos óxidos de muestras pertenecientes a yacimientos del NE de España. En las columnas 3 y 5 se muestran los valores extremos encontrados para diferentes muestras.

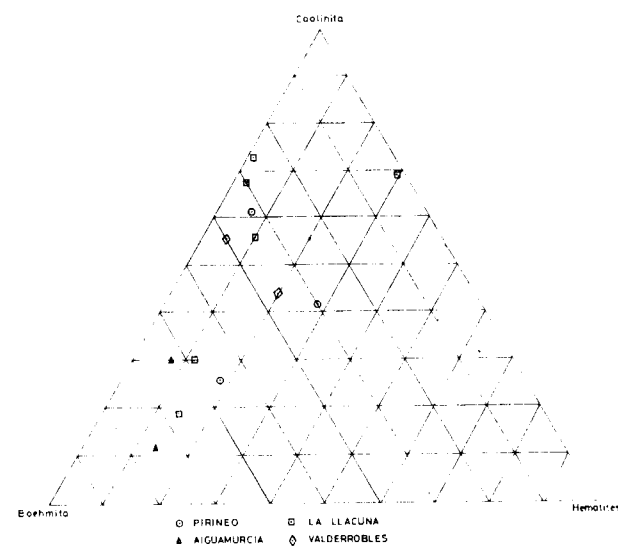


Figura 4

Composición mineralógica de algunos yacimientos de bauxita del NE de España (Font, J. M., 1951).

ZONA DE MURCIA.

Actualmente sólo se han encontrado depósitos bauxitíferos en el área de la Sierra de Pedro Ponce, a unos 7 Km. de Zarzadilla de Totana, en el término municipal de Mulas.

En 1972, Alias y col. estudian cuatro afloramientos de bauxita en esta zona: Cejo de la Grieta, Mina de Hierro, Solana de la Higuera y un cuarto situado entre los dos primeramente citados.

La composición mineralógica cualitativa de estos cuatro afloramientos se muestra en la tabla III.

Cuantitativamente ha de hacerse notar en todos ellos la gibsita es el mineral mayoritario, salvo en el de Cejo de la Grieta, en el que predomina la boehmita, La goehrita se presenta generalmente re-subriendo la boehmita.

ZONA DE LEÓN.

El yacimiento existente en esta zona, radica en Portilla de Luna (León), presentando la particularidad de ser el único existente en España que se sitúa sobre materiales paleozoicos. Font Altaba, M., y Closas, J. (1960) determinan por difracción de rayos X y A. T. D. la composición mineralógica de este yacimiento, encontrando que está constituida por gibsita entre el 54 % y 58 % y haloisita entre el 32 % y el 38 %. En la figura 5 se expone la curva termodiferencial de una muestra perteneciente a este yacimiento. El análisis químico efectuado por los autores anteriores establece los siguientes resultados:

$Al_2O_3=44,61$; $SiO_2=14,26$; $Fe_2O_3=0,35$;
 $CaO=1,37$; $MgO=3,08$; $TiO=$ trazas.

CONSIDERACIONES GENÉTICAS.

La formación de un yacimiento de bauxita requiere una zona emergida, sometida a ciertas condiciones ambientales, que actuando sobre unos materiales con altos contenidos en silicatos aluminicos, los transforman en alúmina hidratada.

Reposan los yacimientos bauxíticos, sobre superficies erosionadas que, después de la formación del criadero, deben quedar cubiertas, para su buena conservación.

Las bauxitas de la zona de León, que yacen sobre materiales paleozóicos atribuidos al Eifeliense Inferior, se suponen formadas por laterización de arcillas, mediante la acción combinada de microorganismos y la climatología húmica, con posterior metamorfización (Font Altaba, M., y Closas, J. (1960)

El fenómeno de bauxitización en la zona NE de España, quizá comenzará en el Cretácico Inferior, efectuándose principalmente en el lapso de tiempo que va del Aptiense al Turoniense, bajo un clima de tipo tropical reinante en esta región hacia la mitad del Cretácico (Lapparent, 1950).

En cuanto al yacimiento de la zona de Murcia se puede indicar una similitud genética con los del NE, aunque efectos tectónicos posteriores a la

formación del yacimiento han producido variaciones en la composición mineralógica cuantitativa, tales como el paso de gibsita a boehmita (Alias, J., y col., 1972).

Alunita.—La alunita, $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$, es un sulfato básico de aluminio y potasio en el que el sodio sustituye frecuentemente a este último elemento, llegándose a la relación Na: K=7:4.

Es isoestructural con la jarosita, $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$,

pudiendo existir serie continua de soluciones sólidas entre ambas. Son frecuentes dentro de cada grupo las sustituciones isomorfas, fundamentalmente de K por Na (natroalunita y natrojarosita).

Las características mineralógicas de los yacimientos españoles de alunita, aun siendo bastante constantes para todos ellos, presentan ciertas peculiaridades relacionadas íntimamente con los materiales presentes en las distintas zonas y que han tenido incidencia en su génesis.

ZONA DE MURCIA (provincia volcánica de Catagena-Zazarrón).

El área donde los fenómenos de alunitización son más patentes es la localizada en el Cerro de San Cristóbal (Mazarrón, Murcia). En este punto, los materiales con un grado más avanzado de alteración están constituidos por alunita, jarosita, o ambas a la vez, con un tanto por ciento global que oscila entre 51 y 85. Acompañan a estos minerales, algunas formaciones de yesos, pareciendo existir también haloisita, aunque en escasa cantidad.

Los minerales corresponden a los términos potácicos del grupo alunita-jarosita, en las que parte de K puede estar reemplazado por Na^+ o H_3^+ y Ca. En las alunitas, no hay sustitución de Al^{3+} por Fe^{3+} , mientras que las jarositas sí hay Fe^{3+} reemplazado por Al^{3+} (Hoyos, A., y Alias, L. J. (1962).

La asociación mineralógica típica, pues, que se encuentra en Mazarrón, es, por tanto, alunita, jarosita y soluciones sólidas, jarosita-alunita, acompañadas de pequeñas cantidades de yeso, fenocristales muy alterados de sanidina, cristales de cuarza y tal vez mica o ilita, además de haloisita.

En las figuras 6-1, 6-2, 6-3, 6-4 y 6-5 se muestran los diagramas de ATD correspondientes a unas jarositas y alunitas típicas de este yacimiento.

En la tabla IV se muestran los resultados de los análisis químicos efectuados sobre las mismas muestras anteriores.

ZONA DE ALMERÍA (Benahadux, Adra y provincia volcánica de Sierra de Gata).

La característica más sobresaliente de algunos yacimientos de esta zona es la asociación de alunita, jarosita, haloisita y caolinita a importantes depósitos de bentonitas (Sierra de Gata y Serrata de Níjar).

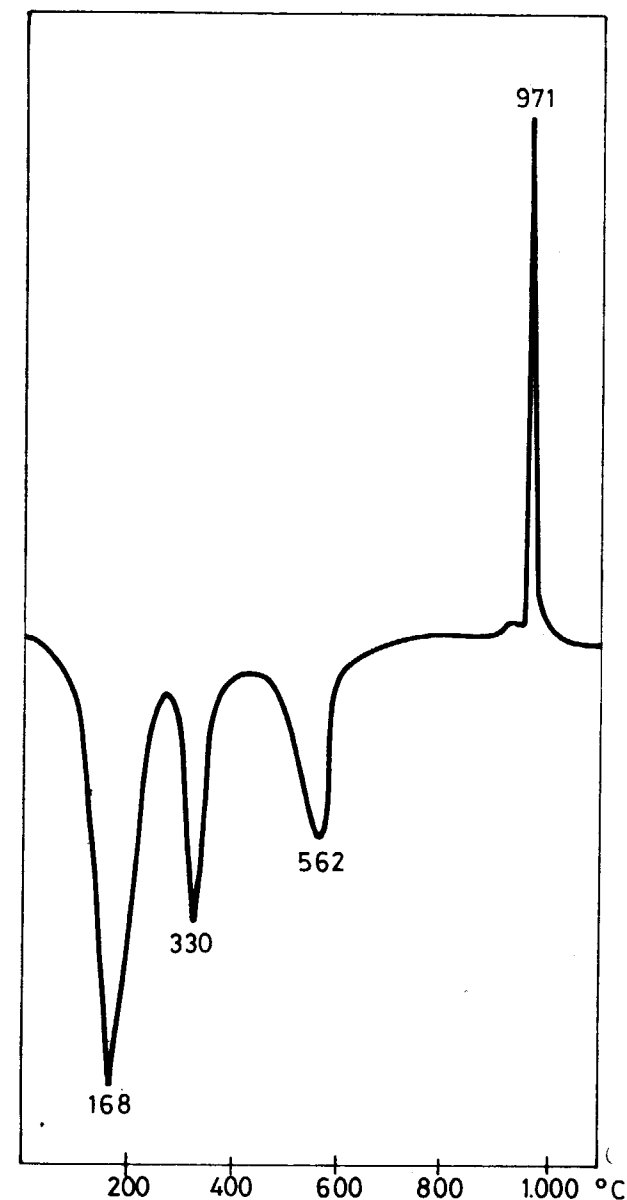


Figura 5

A. T. D. de una muestra de bauxita perteneciente al yacimiento de Portilla de Luna (León) (Font Altaba, M. y Closas, J., 1960).

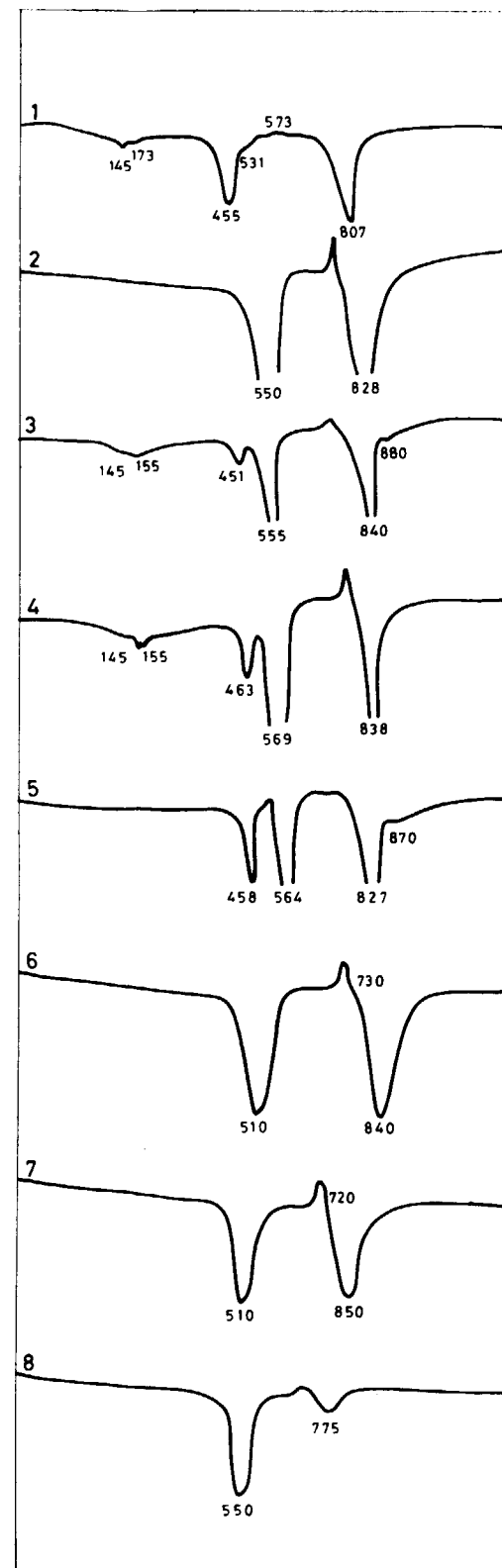


Figura 6

A. T. D. de muestras pertenecientes a los yacimientos de Mazarrón, Adra, Benahadux y El Negredo.

En Benahadux, fuera ya de la provincia volcánica de Sierra de Gata, la alunita se halla de forma constante, impurificada por cuarzo y ocasionalmente por ilita, haloisita y tal vez sanidina. La sustitución de Na por K en la alunita es aquí muy escasa, al contrario de lo que ocurre con la localizada en Adra y que corresponde al término natroalunita. Se asocia esta última, a unas probables ilita y coalinita (Hoyos, A., 1963). En las figuras 6-6 y 6-7 se exponen los diagramas de ATD obtenidos por Hoyos (1962, 1963) sobre muestras de estos yacimientos. En la tabla IV se muestran los datos químicos de las mismas.

ZONA DE SEGOVIA (Sector de Riaza).

La asociación mineralógica existente en este sector está constituida esencialmente por alunita, con cantidades más o menos variables de ilita, cuarzo y caolinita.

En la figura 6-8 se muestra el diagrama de ATD obtenido sobre una muestra representativa del yacimiento de El Negredo. En la tabla IV se expone el análisis químico de esta misma muestra.

La composición mineralógica cualitativa de los yacimientos que se encuentran en los términos de Madriguera, Villacorta, Serracín, Becerril y El Muyo es igual a la indicada para El Negredo, y sólo se diferencia en su aspecto cuantitativo, siendo en estos casos la caolinita mucho más abundante.

CONSIDERACIONES GENÉTICAS.

La génesis de los yacimientos de alunita de las provincias volcánicas de Cartagena, Mazarrón y Sierra de Gata es prácticamente común, como consecuencia de procesos postvolcánicos de alteración que condujeron a la formación de bentonitas, caolines y minerales del grupo alunita-jarosita, existiendo una primera fase de alteración hidrotermal de las rocas volcánicas, en condiciones alcalinas o ligeramente ácidas, con formación de materiales bentoníticos, y una segunda fase, en condiciones ácidas, responsable de la formación de alunitas y jarositas.

Como materia prima en el proceso de alunitización, sirvió la sanidina de las dacitas, efectuándose su ataque por ascensiones de soluciones ricas en iones SO_4^{2-} , de origen postmagmático o más bien procedentes de la alteración de menas sulfuradas

que aportó a la solución mineralizante, cierta cantidad de ion Fe^{3+} , que sirvió para formar jarositas y soluciones sólidas jarosita-alunita.

En cuanto a la génesis de las alunitas del sector de Riaza es prematuro establecer consecuencias, en tanto los estudios que actualmente realizamos sobre ellas no aportan datos más contundentes. No obstante, es posible indicar que el proceso de formación de alunita es consecuencia de una alteración en medio muy ácido de las pizarras silúricas, debiendo aún establecerse la naturaleza de las soluciones que han producido la alteración, así como el origen endógeno o exógeno de las mismas.

VI. ASPECTOS ECONOMICOS

Ya apuntamos en la introducción la situación deficitaria que presenta España en mineralizaciones de aluminio. En la tabla V recogemos las producciones vendibles de bauxita, así como el importe de las mismas correspondiente al decenio 1961-1971.

Varios de los yacimientos en explotación que existían quedaron en suspenso en los años 1966-1967, por falta de mercado para sus productos, debido, sin duda, a la baja ley de los mismos.

En la tabla VI se indica la evolución en cuanto a distribución por provincias de los yacimientos, en los últimos años.

Actualmente (1973), el número de explotaciones en activo es de cinco, tres de las cuales se localizan en la provincia de Teruel y las restantes en la provincia de Lérida (tabla VII).

De la producción de alunita, cabe decir que es actualmente nula, toda vez que la explotación existente en Mazarrón (Murcia) cesó en sus actividades en el año 1954, dada la dificultad de encontrar un buen mercado para el alumbre y por el aumento del coste de explotación, debido al agotamiento de las partes más ricas del criadero. La evolución de la productividad en el citado yacimiento se sigue en la tabla VIII.

Los sistemas de explotación de las bauxitas españolas son bastante uniformes en todos los yacimientos, dadas las similitudes existentes entre los criaderos, siendo el método de cantera el más usual, no es infrecuente la explotación igualmente a cielo abierto, siguiendo "filones".

La cotización de las bauxitas españolas, tiene como valor medio el de 300 ptas.-Tm. para el año

1971, con ligeras oscilaciones dependiendo de la calidad y del tipo de industria a la que van destinadas.

Es de notar la escasa mano de obra que realiza tareas en los yacimientos en explotación. En 1971 eran nueve los obreros empleados, según datos publicados en la Estadística Minera de España, del año 1971, lo que representa un índice del orden de 1,5 Tm-obrero-día que resulta a todas luces muy bajo, y que nos da una idea bastante exacta del escaso rendimiento de los yacimientos, donde por otra parte la mecanización es también muy exigua.

VII. RECURSOS ESPAÑOLES

Al inicio del presente trabajo distinguimos cinco zonas geográficas, León, Murcia, Catalana septentrional, Catalana Central y Costero Catalana y al S del Ebro, dentro de las cuales se encuentran enclavados los yacimientos de bauxita de nuestro país.

Excepto la mencionada en primer lugar, las diferencias en sus condiciones de yacimiento son pequeñas, identificándose plenamente con el tipo B₁ mundial.

El único yacimiento existente en la zona de León, se asemeja bastante por el contrario, al tipo B₂.

La cubicación probable establecida para el conjunto de las cinco zonas, es de 62,7 millones de toneladas, de las cuales 60 millones corresponden a la zona Costero Catalana, y al Sur del Ebro.

La única zona cuyos yacimientos son comparables por su cubicación a los yacimientos mundiales de importancia, es la Subpirenaica, en la que el área denominada Sierra de Montroig y Alós de Balaguer, tiene unas reservas de 1.025.000 toneladas que encajan en el intervalo de 1 a 10 millones de toneladas establecido como característico para el tipo B₁ al que pertenece.

Las reservas de esta zona Subpirenaica, se reparten de la siguiente manera:

Area	%	Tipo
Sierra de Montroig y Alós de Balaguer	92,35	B ₁
Sierras de Casconet y San Marcos	5,40	B ₁
Sierra de Odón	2,25	B ₁

TABLA I

Relación de Municipios y localidades donde existen yacimientos e indicios detectados de Bauxitas y Alunita en España.

ALMERIA	Becerril (**)
Adra (**)	El Muyo (**)
Benahadux (**)	El Negrodo (**)
BARCELONA	Madriguera (**)
La Llacuna (*)	Serracín (**)
San Juan de Mediona (*)	Villacorta (**)
Santa María de Miralles (*)	TARRAGONA
LEON	Aiguamurcia (*)
Portilla de Luna (*)	Horta de San Juan (*)
LERIDA	Llavería (**)
Alós de Balaguer (*)	TENERIFE
Aliña (*)	Las Cañadas (**)
Baldomá (*)	TERUEL
Baronia de Rialp (*)	Alcañiz (**)
Camarasa (*)	Ariño (**)
Fornols (*)	Beceite (*)
Tuxent (*)	Cañada de Verich (*)
MURCIA	Foz Calanda (*)
Mazarrón (**)	Fuentespalda (*)
Zaradilla de Totana (*)	Valderrobles (*)
	La Ginebrosa (*)
SEGOVIA	Montalbán (*)

(*) Bauxita.

(**) Alunita.

TABLA IV

Análisis químicos de algunas alunitas y jarositas de las zonas de Almería, Cartagena, Mazarrón y Riaza

Oxidos	1 (***)	2 (*)	3 (*)	4 (*)	5 (*)	6 (*)	7 (**)	8 (*)
SiO ₂	17,88	9,07	12,90	7,44	21,27	5,93	15,25	1,48
SO ₃	25,10	32,48	30,01	33,45	26,70	36,01	27,81	36,42
Al ₂ O ₃	17,31	35,17	30,06	33,50	26,72	34,50	36,01	33,00
Fe ₂ O ₃	21,93	1,05	5,02	4,20	6,65	0,29	1,13	9,10
TiO ₂	1,20	0,09	0,85	0,11	0,22	—	—	—
K ₂ O	5,18	6,47	6,87	6,63	5,33	10,00	8,02	7,40
Na ₂ O	1,38	0,58	1,11	0,54	1,15	1,12	0,48	0,83
CaO	0,87	—	0,07	0,15	0,27	—	—	0,05
H ₂ O	9,31	14,96	12,87	13,89	11,43	12,26	11,22	12,94
TOTAL	100,16	99,87	99,76	99,91	99,74	100,11	99,92	101,22

1, 2, 3, 4, 5.—Mazarrón (Murcia), Hoyos y Alias, 1962.
6.—Benahadux (Almería). Hoyos y Alias, 1962.
7.—Adra (Almería). Hoyos, 1963.
8.—El Negrodo (Segovia).

(*) Alunita.
(**) Natroalunita.
(***) Jarosita.

TABLA II
Datos químicos de algunos yacimientos de Bauxita.

	1	2	3	4	5
SiO ₂	—	16,40	2,10-40,96	26,90	7,65-11,93
Al ₂ O ₃	58,01	43,00	50,64-77,95	41,82	44,16-49,36
Fe ₂ O ₃	16,40	5,50	0,16-16,13	14,94	22,10-36,56
CaO	—	—	—	—	—
Na ₂ O	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	2,50	2,80
P. F.	24,31	24,50	—	3,70	10,69-13,27

(San Miguel de la Cámara, M. 1950.)

1. Fuentespalda (Teruel); 2. Fuentepalda (Teruel);
3. La Llacuna (Barcelona); 4. Sierra de Montroig (Lérida);
5. Alós de Balaguer (Lérida).

TABLA III

Composición mineralógica cualitativa de los afloramientos bauxitíferos de la zona de Murcia.

Minerales:	1	2	3	4
Boehmita	×	×	×	×
Gibbsite	×	×	×	×
Caolinita	×	×	×	×
Hematites	×	—	—	—
Anatasa	×	×	×	×
Goethita	—	×	—	—

1. Cejo de la Grieta; 2. Mina de Hierro; 3. Solana de la Higuera; 4. Afloramiento situado entre 1 y 2. (Alias y col., 1972).

TABLA V

Evolución de la producción vendible de Bauxitas en el intervalo 1961-1971.

Año	Número grupos mineros	Producción Tm.	Vendible 10 ³ ptas.
1961	6	5.594	1.453
1962	7	6.047	1.680
1963	12	11.819	2.680
1964	7	6.772	1.682
1965	9	4.163	1.095
1966	7	3.978	1.083
1967	4	4.757	1.301
1968	4	5.776	1.714
1969	5	4.752	1.073
1970	3	5.013	837
1971	3	5.432	1.562

Es característica general en todas las zonas, la baja ley de las bauxitas, que salvo excepciones, oscila entre un 30 % y un 50 % de Al₂O₃, mientras que las de los yacimientos tipo B₁ mundial suelen corresponder a porcentajes de Al₂O₃ comprendidos entre el 42 % y 60 %.

Igualmente, la ley del tipo B₂ oscila del 56 % al 59 %, mientras que el yacimiento de la zona de León, contiene sólo un porcentaje de Al₂O₃ que oscila entre el 44 % y el 49 %.

En cuanto a las mineralizaciones de alunita, se realizan actualmente investigaciones en la zona de Riaza (Segovia), siendo aún prematuro establecer datos de cubicación y calidad, en tanto no se realicen detallados estudios que pongan de manifiesto el alcance real de sus posibilidades.

TABLA VI

Evolución del número de grupos mineros de Bauxita desde 1961 a 1971 y su distribución por provincias

Provincia	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Barcelona	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Lérida	3	3	8	3	4	5	3	3	3	3	3
Tarragona	1	1	1	2	1	—	—	—	—	—	—
Teruel	1	1	2	2	2	2	1	1	2	—	—

TABLA VII

Yacimientos de Bauxita en explotación, en el año 1973

Nombre	Denuncio Ha.	Municipio	Provincia
Araceli	65	Alos de Balaguer	Lérida
Francisca	23	Baronia de Rialp	Lérida
Luis	—	Cañada de Verich	Teruel
María Teresa 2. ^a	33	La Ginebrosa	Teruel
San Jaime	—	Valderrobles	Teruel

TABLA VIII

Evolución de la producción de Alunita en el yacimiento de Mazarrón (Murcia)

Año	Producción en Tm.
1945	7
1946	3.300
1947	3.378
1948	1.491
1949	826
1950	598
1951	901
1952	908
1953	562
1954	0

BIBLIOGRAFIA

ALIAS PÉREZ, L. J.; ORTIZ SILLA, R.; RODRÍGUEZ GALLEGO, M.: *Mineralogía de un yacimiento de Bauxita situado al Norte de Zaradilla de Totana (Murcia)*. "Est. Geol.", 28, págs. 209-215 (1972).
CALDERÓN, S.: *Los minerales de España*. Vol. 2, 205 (1910).
FONT ALTABA, M.; CLOSAS, M. J.: *Estudio de un yacimiento de Bauxita en el Paleozoico de León*. "Est. Geol.", 16, págs. 157-161 (1960).
FONT Y TULLOT, J. M.: *Análisis Rontgenográfico de algunas bauxitas de la región NE de España*. "Est. Geol.", 7 (1951).

- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *Consideraciones geológicas de los yacimientos catalanes de Bauxitas*. "Bol. Inst. Geol. Esp.", 41, I. págs. 1-15 (1920).
- HOYOS, A.; ALIAS, L. J.: *Mineralogía y Génesis del yacimiento de alunita del Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia)*. "I-II. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.", 67, págs. 109-132 (1962).
- HOYOS, A.; ALIAS, L. J.: *Mineralogía y Génesis del yacimiento del Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia)*. "III. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.", 80, páginas 109-120 (1965).
- HOYOS, A.; ALIAS, L. J.: *Identidad de Calafatita y Alunita*. "Est. Geol.", 18, págs. 111-115 (1962).
- HOYOS DE CASTRO, A.: *The identity of almerite with natroalunita*. "Miner. Mag.", 33, págs. 353-357.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Mapa Metalogenético de España. Mapa previsor de Mineralizaciones de Al* (1972).
- LAPPARENT, A. F.: *Niveau stratigraphique des Bauxites d'Espagne*. "Cr. Acad. Sc. Paris", 3 (1950).
- MARTÍN VIVALDI, J. L.; LINARES GONZÁLEZ, J.: *Las Bentonitas del Cabo de Gata III. Consideraciones sobre la mineralogía y génesis de los yacimientos estudiados*. "Bol. Geol. Min. Esp.", 80, págs. 74-80 (1969).
- MINISTERIO DE INDUSTRIA: *Estadística Minera de España*. (1951-1971).
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *Estudio geológico de los criaderos de Bauxita del NE de España*. "Impress A. Rovira". Barcelona, pág. 35 (1950).
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *Geología de las Bauxitas españolas*. "R. Soc. Esp. Hist. Nat.". Tomo extraordinario (1954).
- VALENTON, I.: *Bauxites*. "Elsevier Publishers". Amsterdam, pág. 226 (1972).

Recibido: Noviembre 1973.

Mercado de minerales y concentrados de Plomo y Cinc

IGME. DIVISIÓN DE MINERIA

RESUMEN

Se hace un análisis de las características de mercado de los concentrados de Plomo-Cinc, valoración de los mismos, contratos internacionales de compra-venta y mecanismos de fijación de los precios.

RESUME

In analyse ici le marché des minerais et concentrés du Plomb-Zinc, en étudiant son évaluation, formules employées pour les transactions internationales, ainsi que la fonction de la régulation des prices.

SUMMARY

The market characteristics of Lead and Zinc minerals and concentrate are analyzed here, so as its valuation, the international transaction contracts and the rules of prices adjustment.

1. MENAS DE PLOMO Y DE CINCO. PRODUCTOS QUE SON OBJETO DE MERCADO.

En las 1.300 minas aproximadamente, que existen en el mundo, el plomo y el cinc se hayan en proporciones muy diversas. Un número reducido de minas explotan plomo solamente, gran número de ellas producen plomo y cinc simultáneamente, en proporciones distintas, y unas pocas producen sólo cinc. Algunas minas obtienen el cobre como subproducto o como producto principal, y casi todas ellas producen plata.

El azufre es un subproducto común de muchos minerales de plomo y cinc, y también hay casos de recuperación de concentrados de hierro. También se recuperan, en proporciones sumamente variables, pequeñas cantidades de metales raros,

como cadmio, oro, germanio, antimonio, bismuto e indio. En estos casos, un considerable porcentaje de la producción se obtiene de minerales de plomo y cinc, y, en algunos de ellos, como el del cadmio y el indio, los suministros mundiales de esos elementos se obtienen casi en su totalidad de dichas fuentes.

El Grupo Internacional de Estudios sobre el Plomo y el Cinc, de la ONU, ha desarrollado una clasificación de las menas de estas sustancias, en orden a los cuatro productos principales. De esta forma, los minerales se han clasificado en cuatro grupos, que a continuación se detallan.

a) *Minerales de plomo.*

Son aquellos extraídos principalmente por su contenido de plomo, aunque, por lo general, llevan

pequeñas cantidades de cinc; el plomo obtenido de ellos es por lo menos cuatro veces mayor que el cinc, y el cobre representa menos de la quinta parte del total de metal producido.

b) *Minerales de cinc.*

Son los extraídos principalmente por su contenido en cinc. En el caso de estos minerales, la cantidad de cinc producida es cuatro veces mayor que la de plomo, y el cobre menos de la quinta parte del total del metal producido.

c) *Minerales de cobre.*

Son los que se extraen principalmente para obtener cobre, y en los cuales este elemento representa más de la quinta parte del metal producido. Estos minerales contienen muchas veces cantidades considerables de cinc y algo de plomo.

d) *Minerales con mezcla de plomo-cinc y de cinc-plomo.*

Son aquellos en que se obtiene tanto plomo como cinc en cantidades considerables o como co-productos. Esta clase se diferencia de las dos primeras, en que la proporción del elemento menor, respecto del componente más importante, oscila entre 1:4 y 1:1. El cobre representa menos de la quinta parte del metal producido.

Sin embargo, la clasificación anterior se refiere únicamente al mineral extraído de la mina, esto es: sirve para clasificar las explotaciones. Los concentrados que son objeto de mercado son, normalmente, considerados como minerales de plomo o como minerales de cinc, únicamente.

Con el fin de aclarar los conceptos y para definir con cifras los mismos, a continuación se adjuntan las que el mismo grupo de la ONU incluye en su informe, las cuales están referidas a la década de 1957 a 1966. Estas producciones están reflejadas en los cuadros 1 a 4.

Los concentrados que son objeto de mercado tienen unos contenidos que por lo general oscilan entre los siguientes márgenes:

Concentrados de plomo: entre 60 y 70 % de Pb contenido.

Concentrados de cinc: entre 55 y 60 % de Zn contenido.

Estos contenidos representan una variación, en un caso por defecto y otro por exceso, sobre los contenidos medios tradicionales fijados por los consumidores para determinar los puntos de contratación. Los contenidos que figuran en los contratos son los siguientes:

Concentrados de plomo: entre 70 y 80 % de Pb contenido.

Concentrados de cinc: entre 50 y 55 % de Zn contenido.

Las variaciones sufridas se deben al tipo de minerales, cada vez más pobres, que se explotan en la actualidad, creando en los lavaderos unos problemas tales que un aumento en el contenido del concentrado de Pb, por ejemplo, disminuirá considerablemente el rendimiento de la operación, haciendo que una parte importante del metal se pierda en el estéril. Todos estos datos son del conocimiento tanto del comprador como del vendedor, pero se ha considerado innecesario el efectuar un cambio en la base de contratación.

CUADRO 1

PRODUCCION MINERAL DE PLOMO, POR AÑO Y TIPO DE MINERAL

(En miles de toneladas métricas; contenido de metal determinado por análisis en concentrados)

Años	Total de la producción de mineral extraído	Minerales de plomo	% del total	Minerales de cinc	% del total	Minerales de cobre-cinc	% del total	Minerales de plomo-cinc y de cinc-plomo	% del total	Otros minerales	% del total
1957	1.382,1	181,7	13,1	43,7	3,2	25,4	1,8	1.115,0	80,7	16,3	1,2
1958	1.342,2	202,6	15,1	34,0	2,5	22,5	1,7	1.069,5	79,7	13,6	1,0
1959	1.323,6	194,7	14,7	37,5	2,8	19,0	1,4	1.059,3	80,0	13,1	1,1
1960	1.438,7	258,5	18,0	58,2	4,0	25,7	1,8	1.080,1	75,1	16,2	1,1
1961	1.409,0	254,6	18,1	58,5	4,2	31,0	2,2	1.050,2	74,5	14,7	1,0
1962	1.546,8	246,6	15,9	68,9	4,5	37,0	2,4	1.175,2	76,0	19,1	1,2
1963	1.575,2	231,8	14,7	54,4	3,5	38,5	2,4	1.227,1	77,9	23,4	1,5
1964	1.625,3	300,1	18,5	71,4	4,4	36,1	2,2	1.203,5	74,0	14,2	0,9
1965	1.756,3	318,1	18,1	80,6	4,6	35,5	2,0	1.301,8	74,1	20,3	1,2
1966	1.821,6	351,0	19,3	90,2	5,0	38,7	2,1	1.320,6	72,5	21,1	1,1

CUADRO 2

PRODUCCION MINERAL DE CINCO, POR AÑO Y TIPO DE MINERAL

(En miles de toneladas métricas; contenido de metal determinado por análisis en concentrados)

Años	Total de la producción de mineral extraído	Minerales de plomo	% del total	Minerales de cinc	% del total	Minerales de cobre-cinc	% del total	Minerales de plomo-cinc y de cinc-plomo	% del total	Otros minerales	% del total
1957	2.157,9	3,6	0,2	446,2	20,7	174,2	8,1	1.492,4	69,2	41,5	1,8
1958	2.003,3	2,3	0,1	391,7	19,6	161,1	8,0	1.400,7	69,9	47,5	2,4
1959	2.015,7	11,3	0,6	433,3	21,5	179,4	8,9	1.352,5	67,1	39,2	1,9
1960	2.223,6	51,3	2,3	482,6	21,7	220,3	10,0	1.422,5	64,0	46,9	2,0
1961	2.345,3	60,3	2,6	519,6	22,2	234,0	10,0	1.477,7	63,0	53,7	2,2
1962	2.535,9	65,1	2,6	552,0	21,8	307,0	12,1	1.544,6	60,9	67,2	2,6
1963	2.629,6	58,9	2,2	580,2	22,1	288,9	11,0	1.627,5	61,9	74,1	2,8
1964	3.051,1	67,7	2,2	892,9	29,3	304,0	10,0	1.724,6	56,5	62,2	2,0
1965	3.363,1	70,8	2,1	982,9	29,2	282,5	8,4	1.936,7	57,7	90,2	2,7
1966	3.474,3	76,4	2,2	1.028,6	29,6	299,4	8,6	1.991,6	57,3	78,3	2,3

CUADRO 3

PRODUCCION MINERAL DE COBRE (*), POR AÑO Y TIPO DE MINERAL

(En miles de toneladas métricas; contenido de metal determinado por análisis en concentrados)

Años	Minerales de plomo Total de la producción	Total de la producción	% del total	Minerales de cinc	% del total	Minerales de cobre-cinc	% del total	Minerales de plomo-cinc y de cinc-plomo	% del total	Otros minerales	% del total
1957	197,2	1,0	0,5	25,3	12,8	135,9	68,9	24,4	12,4	10,6	5,4
1958	208,6	7,0	3,4	13,9	6,7	154,9	74,2	21,8	10,5	11,0	5,2
1959	210,0	7,0	3,3	16,1	7,8	154,7	73,7	21,9	10,4	10,3	4,8
1960	214,6	1,6	0,7	15,2	7,1	151,2	70,5	34,5	61,1	12,1	5,6
1961	229,5	9,0	3,9	13,1	5,7	160,5	69,9	56,4	15,9	10,5	4,6
1962	272,2	14,7	5,4	15,3	5,6	184,4	67,7	46,4	17,0	11,4	4,3
1963	272,4	6,3	2,3	15,3	5,6	190,5	69,9	49,6	18,2	10,8	4,0
1964	287,1	9,2	3,2	22,1	7,7	198,9	69,3	47,0	16,4	9,9	3,4
1965	307,6	6,5	2,1	31,1	10,1	207,4	67,4	52,0	16,9	10,6	3,5
1966	312,3	9,6	3,1	40,0	12,8	198,4	63,5	53,4	17,1	10,9	3,5
Promedio	251,2	7,2	2,9	20,8	8,3	173,7	69,2	38,7	15,4	10,8	4,3

(*) Incluye únicamente el cobre producido en unión del plomo y cinc.

CUADRO 4

PRODUCCION MINERAL DE PLATA (*), POR AÑO Y TIPO DE MINERAL

(En miles de onzas troy; contenido de metal determinado por análisis en concentrados)

Años	de mineral extraído Minerales de plomo	de mineral extraído	% del total	Minerales de cinc	% del total	Minerales de cobre-cinc	% del total	Minerales de plomo-cinc y de cinc-plomo	% del total	Otros minerales	% del total
1957	70.870,8	4.046,5	5,7	6.723,8	9,5	5.669,0	8,0	42.941,5	60,6	11.490,0	16,2
1958	65.196,8	4.069,0	6,2	5.389,5	8,3	7.426,2	11,4	40.462,1	62,1	7.850,0	12,0
1959	70.265,7	3.358,2	4,8	6.192,4	8,8	7.011,8	10,0	40.515,3	57,7	13.188,0	18,7
1960	95.560,4	8.117,7	8,5	5.282,5	5,5	7.215,5	7,6	64.096,7	67,1	10.848,0	11,3
1961	97.100,2	7.622,8	7,9	5.520,8	5,7	8.309,7	8,6	62.774,9	64,6	12.872,0	13,2
1962	139.071,6	23.358,2	16,8	13.719,7	9,9	10.176,8	7,3	80.239,9	57,7	11.577,0	8,3
1963	139.168,6	22.821,3	16,4	13.887,7	10,0	10.828,7	7,8	80.524,9	57,9	11.106,0	7,9
1964	137.672,9	21.541,6	15,6	12.801,3	9,3	11.034,8	8,0	81.164,4	59,0	11.130,8	8,1
1965	141.259,4	21.599,7	15,3	14.629,8	10,4	10.053,7	7,1	81.661,0	57,8	13.315,2	9,4
1966	141.374,5	20.866,5	14,8	14.397,3	10,2	9.879,9	7,0	80.166,8	56,7	16.064,0	11,3
Promed.	109.754,1	13.740,1	12,5	9.854,5	9,0	8.760,6	8,0	65.454,8	59,6	11.944,1	10,9

(*) Incluye únicamente la plata producción en unión del plomo y del cinc.

2. VALORACION DE LOS CONCENTRADOS DE PLOMO Y CINC.

Debido a que las industrias solamente utilizan como materia base, en cualquier proceso, los metales de referencia, obtenidos a partir de sus menas mediante el correspondiente proceso metalúrgico, el valor de estas menas estará siempre condicionado al contenido en metal que posean y a las dificultades que sus características impongan en el proceso metalúrgico.

2.1. MINERALES DE PLOMO.

Dadas las condiciones ya mencionadas, cualquier mineral de plomo deberá ser pagado de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$V = K_1 P_{pb} L_{pb} + K_2 P_{Ag} L_{Ag} - (G_f + P)$$

en la que:

V=valor del concentrado.

K_1 =coeficiente resultante de las pérdidas en la fusión del plomo.

P_{pb} =precio de la tonelada de plomo metal.

L_{pb} =ley del mineral de plomo.

K_2 =coeficiente resultante de las pérdidas de tratamiento en la fusión de la plata.

P_{Ag} =precio de la onza troy de plata metal.

L_{Ag} =ley del mineral de plata.

G_f =gastos de fusión y tratamiento.

P=penalizaciones por impurezas.

A continuación se van a analizar con mayor detalle cada uno de los factores que constituyen esta fórmula:

a) K_1 representa el coeficiente resultante de las pérdidas en la fusión del plomo, estas pérdidas dan lugar a un descuento sobre el valor del mineral, que viene definido por:

$$K_1 = (L_{pb} - N_u) L_{pb}$$

L_{pb} =ley del mineral de Pb.

N_u =número de unidades de descuento.

Es decir, cada unidad de descuento es un 1 % que se resta a la ley media real del concentrado seco.

El número de unidades de descuento viene fijado de la siguiente forma:

Generalmente el contrato define un N_u fijo para

cada operación de compra, con independencia de cuál sea su ley real, pero, a veces, N_u se determina a partir de la ley real obtenida en los análisis de cada partida.

Para determinar N_u se acepta que en la fusión se pierde un 0,05 del plomo (5 %), y entonces se toma un número de unidades.

$$N_u = L_{pb} \cdot 0,05$$

Así, si un mineral tiene una ley:

$$L_{pb} = 65 \% ; N_u = 65 \cdot 0,05 = 3,25 \% = 3,25 \text{ unidades.}$$

Por otro lado hay que advertir que existe un tope mínimo de tres unidades, cualquiera que sea el mineral.

Por ejemplo: si un mineral tiene la ley

$$L_{pb} = 50 \% ; N_u = 65 \cdot 0,05 = 2,5 \text{ unidades}$$

pero en este caso tendrá un descuento de tres unidades que son el tope mínimo; estas tres unidades corresponden a un 60 % de ley.

$$60 \cdot 0,005 = 3 \text{ unidades}$$

b) P_{pb} representa el precio de la tonelada de plomo metal y corresponde al 98 % del precio oficial al contado que cotiza la L. M. E. para la calidad normalizada. Para la fijación del precio del metal en un contrato se puede atender a cualquiera de los cuatro criterios siguientes:

1. Precio medio del metal en los tres últimos meses.
2. Precio del metal en la fecha de firma del contrato.
3. Precio del metal en la fecha de entrega del mineral.
4. Precio del metal en la fecha de liquidación del contrato.

c) La ley mínima admisible para los concentrados de plomo, como ya se ha dicho anteriormente, oscila entre 60/80 % de Pb, si bien en algunos casos, debido a la existencia en el mineral de elementos que los revalorizan, se llegan a admitir contenidos mínimos del 55 % de Pb, y, en casos coyunturales, de una ley aún menor.

Dado que la plata revaloriza siempre a un mineral de plomo, es necesario estudiar los factores que intervienen y en qué forma, en la valoración de una mena que la contenga.

d) El coeficiente K_2 , resultante de las pérdidas en el tratamiento de fusión de la plata, es 0,98.

Las pérdidas a que da lugar esta metalurgia trae consigo una deducción sobre el valor total de la plata, que se ha establecido en un mínimo de 1 troy onz. (troy onz.=31,1035 gramos).

e) El precio a que se paga la plata corresponde al que cotiza la L. M. E. para la calidad plata fina.

Al igual que en el caso del plomo, en la fijación del precio de la plata en el contrato se tendrán en cuenta uno de los cuatro sistemas más utilizados:

- 1.º Precio medio del metal en los tres últimos meses.
- 2.º Precio del metal en la fecha de firma del contrato.
- 3.º Precio del metal en la fecha de entrega del mineral.
- 4.º Precio del metal en la fecha de liquidación del contrato.

Dentro de las deducciones que pesan en la valoración de un concentrado de plomo, destacan principalmente los gastos que ocasiona el tratamiento y la fusión y las penalizaciones que ocasionan la existencia de impurezas perjudiciales en el concentrado.

f) Los gastos de fusión están en función del contenido en metal de la mena y se calculan sobre un precio de base fijado bajo acuerdo.

Así, por ejemplo, en la actualidad los gastos de fusión R se pagan a 60/65 \$ para concentrados con contenidos comprendidos entre 70/80 % Pb, sobre un precio de base establecido para el plomo metal de 126 £/t.

En el caso en que exista una discrepancia entre el precio de base y el precio del plomo metal en el momento de efectuar la transacción, los gastos de fusión aumentarán o disminuirán en proporción a esta diferencia, así

$$G_f = R + C(P_{pb} - B)$$

en la que:

R=gastos de fusión cuando no exista diferencia entre el precio de base y el precio del metal.

C=factor de proporcionalidad.

P_{pb} =precio plomo metal.

B=precio de base para el plomo metal.

Este factor de proporcionalidad C no está claramente establecido. Sin embargo, a modo de refe-

rencia se incluyen los dos factores que aplica para la compra-venta de mineral el Grupo Peñarroya.

En la actualidad el precio L. M. E. para la calidad normalizada del plomo es, aproximadamente, 161 £/t, la diferencia entre éste y el precio de base será:

$$161 - 126 = 35 \text{ £}$$

1. Se pagan a 0,1 £/t las 10 primeras libras que excedan del precio de base y a 0,2 £/t el resto hasta completar la diferencia con el precio del metal en ese momento.

Así, por ejemplo, los gastos totales de fusión que deben pagarse con la aplicación de este factor serán:

$$G_f = 60/65 \$ + 0,1 \cdot 10 \text{ £} + 0,2 \cdot 25 \text{ £}$$

2. Se paga a 0,2 £/t la totalidad de la diferencia entre el precio de base y el precio del metal en el momento de la transacción.

En este caso la totalidad de los gastos de fusión sería:

$$G_f = 60/65 \$ + 0,2 \cdot 35 \text{ £}$$

Los gastos de fusión y tratamiento que aplica la Amalgamated Metals Corporation en sus contratos, son:

$G_f = x$ \$ por tonelada de material pesado en seco entregado,

+ y C por libra de plomo pagado (C=centavos de dólar),

donde:

x =representa los gastos de fusión del mineral de plomo cuando no existe diferencia entre el precio de base y el precio del metal.

y =factor de proporcionalidad, determinado por convenio entre ambas partes, en función del contenido en metal del mineral.

Como aclaración se incluye un ejemplo en el que se utilizan los precios actuales para los gastos de fusión y el factor utilizado en un contrato concreto en fecha reciente:

Para un mineral del 80 % de metal contenido, los gastos totales de fusión serían:

$$G_f = 60 \$/t + 4,6 \cdot 0,8 \text{ C/lb}$$

g) Al igual que en el caso anterior, no están demasiado determinadas las penalizaciones por impurezas que influyen en la valoración de un mi-

neral, sin embargo, se incluyen aquellas que consideran como pagables en sus contratos los dos grupos ya mencionados.

Para el Grupo Peñarroya penalizan el As, Zn y el Bi en la forma que sigue:

Por cada tonelada pesada en seco se penalizarán: 0,46 £ por cada 0,1 % que exceda del 0,1 % de As. 1 \$ por cada 1 % que exceda del 7 % de Zn. 0,8 \$ por cada 0,01 % que exceda del 0,01 % de Bi.

Para la Amalgamated Metals Corporation penaliza únicamente el As en la forma que sigue:

60 C por cada 0,1 % que exceda del 0,1 % de As y por tonelada de material pesado en seco entregado.

El mercado interior español no sigue los precios internacionales, estando intervenidos sus precios por el Estado a través de los ministerios de Industria y Comercio; esta intervención viene regulada por los artículos 23 del Decreto-ley del 3-10-66, artículos 9, 10 y 20 de la Orden del 24-10-66 del ministerio de Comercio, y por el Decreto 3010/1971 de 18 de diciembre.

Los ministerios de Comercio e Industria deciden la cotización interior por medio de acciones concertadas con las empresas mineras y metalúrgicas y los sectores sindicales afectados (Servicio Sindical del Plomo y Sindicato Nacional del Metal). El criterio general adoptado es seguir la tendencia internacional de los precios pero sustrayéndolos de las fluctuaciones a corto plazo.

La fórmula utilizada para el cálculo del precio interior es análoga a la empleada en el mercado internacional que ya se analizó anteriormente.

$$V = K_1 P_{pb} L_{pb} + K_2 P_{ag} L_{ag} - (G_f + P)$$

donde los factores K_1 , K_2 , P_{pb} , P_{ag} , G_f , P son fijados por órdenes ministeriales, que detallan las penalizaciones por impurezas, P , para el arsénico, bismuto y cinc, y fijan la deducción mínima para la plata. Actualmente los valores en curso son los siguientes (según Orden aparecida en el "B. O. E." del 8-6-73):

$$K_1 = 0,95; K_2 = 0,98.$$

$$P_{pb} = 23.650/1,0193 \text{ ptas}; (0,0193 = \text{coef. de reducción por impuestos}).$$

$$P_{ag} = \text{precio medio del Kg de plata en la L. M. E. durante el mes anterior al de la contratación.}$$

Sigue en vigor lo establecido sobre penalizaciones en el "B. O. E." de 10-11-66, a saber:

Arsénico: 35 pesetas por cada 0,1 % que exceda del 0,1 %.

Bismuto: 12,5 pesetas por cada 0,01 que exceda del 0,01 %.

Cinc: 35 pesetas por cada 1 % que exceda del 7 %.

La deducción mínima para la plata será de una onza troy (31,1035 gr).

La fórmula queda por tanto,

$$V = (0,95 \cdot 23.650/1,0193) L_{pb} - 2900 - P + 0,98 P_{ag} L_{ag}$$

aplicable a los concentrados con ley superior al 60 % de plomo.

Cuando la ley es menor que el 60 % se deduce un 3 % a L_{pb} , es decir, se toma $(L_{pb} - 0,63)$ para compensar al metalúrgico de la mayor pérdida en el tratamiento.

Estos precios se aplican a los minerales españoles colocados en la fundición.

Existen disposiciones transitorias que priman los minerales con ley inferior al 60 % según la fórmula.

$$(60 - 100 L_{pb}) 80 \text{ ptas/t de concentrado}$$

Esta subvención procede de un fondo constituido a base de retraer 15 pesetas al minero y 15 pesetas al fundidor de cada tonelada de concentrado negociado.

Para vigilar la correcta aplicación de estos convenios se constituyó, por Orden del 8-6-73 aparecida en "B. O. E." del 10-6-73, la Comisión de Gestión y Vigilancia presidida por el Director General de Comercio Interior.

2.2. MINERALES DE CINCO.

Debido a las grandes variaciones que venía sufriendo el precio del cinc, los principales fundidores del mundo de la especialidad acordaron establecer el 13 de julio de 1964 un precio estable, al margen de las oscilaciones de la Bolsa, que se denominó Base del Productor y que serviría para evaluar los minerales y concentrados de este metal.

Este Precio Base del Productor corresponde al que cotiza la L. M. E. para la calidad GOB (Good Ordinary Brand) y cuyo contenido está comprendido entre 98/98,5 % Zn, debido a lo cual, este

precio es también conocido bajo la denominación de precio GOB.

El valor del precio GOB es relativamente estable, siendo revisado generalmente cuando los niveles que alcanza el metal en la Bolsa discrepan demasiado con respecto al Precio Base del Productor en ese momento. Sirva como referencia el que si bien el precio del cinc en su cotización en la L. M. E. cambia prácticamente todos los días, el precio GOB ha variado tan sólo cuatro veces desde el mes de agosto del año anterior. Esta estabilidad, sin embargo, puede ser desequilibrada por causas coyunturales, que obliguen, como está sucediendo en la actualidad, a revisar este precio en períodos más cortos.

Así, por ejemplo, en fecha reciente los productores americanos incrementaron los precios interiores para el cinc metal, lo que trajo consigo una subida en los precios de las importaciones procedentes de este país. Tras un período de debates durante el cual apenas sí existía en la Bolsa movimiento para este metal, un grupo de grandes compañías importadoras, todas ellas miembros de la L. M. E. acordaron elevar el precio Base del Productor en 30 £/t.

Cualquier tipo de mineral de cinc, debe ser pagado de acuerdo con la siguiente fórmula general:

$$V = K P_c L - (G_f + P)$$

en la que:

V = valor del concentrado.

K = coeficiente resultante de las pérdidas de tratamiento de fusión.

P_c = precio de la tonelada de cinc metal (determinado según contrato; generalmente en función del precio base del producto).

L = ley del mineral.

G_f = gastos de fusión y tratamiento.

P = penalizaciones por impurezas.

Al igual que en el caso del plomo se van a determinar con mayor detalle cada uno de estos factores.

a) La constante K es resultante de las pérdidas en el tratamiento metalúrgico del cinc. K se calcula de una forma análoga a como vimos en el caso del plomo (véase 2.1.a). Para el cinc las pérdidas en la fusión se admite que alcanzan un máximo del 15 %, que es el porcentaje que se considera al calcular el número de unidades de descuento.

En cualquier caso el descuento mínimo se tiene establecido en ocho unidades (8 %), que es el que correspondería a un mineral cuyo contenido fuese del 53,33 % de Zn.

Así, por ejemplo, un mineral que contenga un 60 % de Zn tendrá una deducción: para 60 %, $60 \times 15/100 = 9 \text{ %/t} = 9$ unidades.

Otro mineral de contenido en Zn de un 50 % tendrá una deducción de solamente: para 50 %, $50 \times 15/100 = 7,5$ unidades.

Sin embargo, en este último se le descontarán ocho unidades que constituyen el mínimo.

También es usual que el número de unidades venga definido por el contrato, con independencia de la ley real determinada en el análisis de cada partida de mineral.

b) Para la fijación del precio P_c en los contratos se utiliza, por lo general, el precio del productor, que es válido para períodos suficientemente grandes. En la práctica se toma como P_c el 98 % del precio base del productor, sin embargo también puede ser fijado de acuerdo con alguno de los cuatro criterios siguientes:

1. Precio medio del metal en los tres últimos meses.
2. Precio del metal en el día en que se lleva a cabo la firma del contrato.
3. Precio del metal en el día en que se efectúa la entrega del mineral.
4. Precio del metal en la fecha de liquidación del contrato.

c) Los gastos de fusión están en función del contenido en metal del mineral y en base a un precio de base fijada de antemano, B , que no debe confundirse con el precio base GOB del productor.

$$G_f = R + C(P_c - B)$$

donde:

R = gastos de refinado o fusión cuando el precio de base y el precio P_c coinciden.

C = factor de proporcionalidad.

P_c = precio del cinc metal según contrato.

B = precio de base para calcular los gastos de fusión.

En la actualidad, estos gastos de fusión R para concentrados cuyo contenido en Zn estén comprendidos entre 52/55 %, son pagados entre 69/74 \$, sobre un precio de base de 18 C/l b, que equivalen a 175 £/t (C = centavo de \$).

El factor de proporcionalidad C resulta de la diferencia que existe entre el precio de base fijo y el precio de productor o precio GOB. Este precio GOB en la actualidad es de 205 £/t.

Como regla práctica puede decirse que, en este momento, los gastos completos de tratamiento y fusión están del orden del 40 % del valor total del mineral.

d) Las penalizaciones por impurezas en el caso del mineral de cinc, se pagan según acuerdo directo entre comprador y vendedor, pero prácticamente no penaliza ninguna.

3. CONTRATOS DE COMPRA-VENTA.

Para las transacciones de metales tales como el plomo y el cinc, existen unos contratos normalizados elaborados por la L. M. E. en los que se marcan las características propias del comercio de cada metal.

No obstante, dado que la compra-venta de minerales tanto de plomo como de cinc, se lleva a cabo directamente entre las partes interesadas en la transacción, no existe ningún contrato oficial en el que se estipulen las cláusulas bajo las cuales deba realizarse la operación comercial, sino que las partes contratantes fijan los términos en que se realizará dicha transacción.

Para que sirva como orientación, acerca de los aspectos fundamentales fijados por estos contratos, se desarrollan a continuación dos modelos, uno para el plomo y otro para el cinc.

En ellos se incluyen cláusulas sobre: cantidad, calidad, desmuestra, forma de embarque y entrega, seguros, etc. Estos criterios se han desarrollado siguiendo la tónica marcada por la Amalgamated Metals Corporation, que reúne a gran número de productores y consumidores de mineral, pertenecientes a varios países.

MODELO DE CONTRATO

Muy señores nuestros:

Concentrados de plomo. Contrato núm.

Confirmamos haber comprado con ustedes de acuerdo con los siguientes términos y condiciones:

Definiciones:

1 tonelada	=1.000 kilogramos.
1 tonelada corta	=2.000 lb.
1 troy onz	=31,1035 gramos.
1 unidad	=1 % del peso neto en seco.

Los dólares y centavos son en moneda de EE. UU.

Cantidad y calidad.

Aproximadamente toneladas concentrados de plomo producidos por y con los siguientes resultados de muestreo:

Embarque.

Desde ... (puerto)... durante ... (plazo) ..., sujeto a la disponibilidad del cargamento.

Entrega.

CIF (puerto) ... términos de barco.

Precio.

Plomo: El 95 % (deducción mínima tres unidades) se pagará 99 % de la cotización oficial de la L. M. E. para compradores en efectivo para plomo calidad normalizada.

Plata: El 96 % del contenido total de plata (deducción mínima 30 gramos por tonelada neta de peso seco de material) se pagará al precio de Londres para plata en barras de finura 999 según cotiza Sharps Pixley and Company.

Período de cotización.

Será la media del mes de calendario siguiente al mes de la llegada del material al puerto de descarga.

Gastos de tratamiento.

..... \$ por tonelada neta de peso en seco de material entregado +\$ por libra de plomo pagado +\$ por kilogramo de plata pagada.

Las fracciones se pagarán proporcionalmente en cada caso.

Penalizaciones.

(Los elementos penalizables dependen del tipo y contenido del material), pero por ejemplo:

Arsénico: 0,1 % libre; un exceso será penalizado con 60 C (centavos de \$) por cada 0,1 % y

por tonelada de peso neto en seco de material entregado.

Las fracciones proporcionalmente.

Pago.

El pago se llevará a cabo en ... (plaza) ... en libras esterlinas según se detalla a continuación:

El 80 % del valor estimado, basado en pesos embarcados, análisis estimados y precios en vigor en el momento de extender la factura, se pagará contra la primera presentación de la factura provisional y los documentos de embarque.

A fin de hacer el cálculo de la factura provisional, se convertirán el 80 % de la cantidad en dólares de los Gastos de Tratamiento y Penalizaciones, en libras esterlinas, a la media de las cotizaciones de mercado—del día—según marca el "Times" de Londres en el día en que se extienda la factura.

La liquidación final se hará después de la liquidación de los pesos, análisis y precios del metal y la diferencia a pagar a una de las partes será pagada prontamente. A fin de calcular la factura final, se deducirá el 80 % de la cantidad en dólares de los Gastos de Tratamiento y Penalizaciones y la diferencia se convertirá a libras esterlinas a la media de las cotizaciones de mercado—del día—según marca el "Times" de Londres y el promedio sobre el Período de Cotización.

En el caso de que un cargamento completo se pierda durante el viaje, el pago final se hará tan pronto se conozcan precios adecuados, basados en los precios indicados en las cláusulas sobre Precios y Período de Cotización de este documento. A este fin, se presupone que el barco portador de este cargamento, ha llegado el día en que tenía prevista la llegada en el momento en que se ha perdido el cargamento.

En el caso de que se produzca una pérdida parcial del cargamento debido a riesgos asegurados, antes de haberse podido completar el pesado, desmuestra y la determinación de humedad, se hará la liquidación final tan pronto como se conozcan los detalles necesarios, basados en pesos embarcados, los análisis acordados según estipula la cláusula sobre análisis de aquella parte del cargamento que se ha entregado en buenas condiciones, y en base a las cotizaciones de menas contenidas en las cláusulas sobre Precio y Período de Cotización de este documento.

Operaciones de pesado, desmuestra y determinación de humedad.

Estas operaciones se llevarán a cabo a la llegada, bien en el puerto de descarga, o bien en la planta de comprador, según se acuerde, corriendo el comprador con los gastos de los procedimientos técnicos ordinarios, en la presencia y con la conformidad del representante del vendedor, en lotes cuya cuantía también se acuerda. Cada lote formará una entrega completa y por separado para todos los fines de este contrato.

Análisis.

Los análisis se harán de forma independiente por el Comprador y por el Vendedor. Los resultados serán intercambiados en la forma normal en la fecha que ambas partes acuerden con antelación. En caso de que la diferencia entre los resultados obtenidos por el Vendedor y el Comprador no sean más de:

Plomo	0,5 unidades.
Plata	30 gramos por tonelada.
Arsénico	0,1 unidades.

se tomará la media exacta de los dos resultados como el análisis definitivo acordado con la finalidad de establecer la factura final.

En caso de una diferencia mayor, la muestra arbitral (que se debe haber sellado por representantes de ambas partes en el momento de efectuar el desmuestra) puede ser entregada a requerimiento de cualquiera de las dos partes a la razón social de la firma arbitral elegida.

En el caso de que el resultado arbitral esté entre los resultados obtenidos por las dos partes o que coincida con uno de estos resultados se tomará éste como análisis definitivo o acordado; de otra forma se tomará como análisis definitivo la media de los tres.

Los gastos del análisis arbitral efectuado serán pagados por aquella parte cuyo resultado tenga mayor diferencia con dicho resultado, pero en el caso de que este resultado difiera por igual de los obtenidos por el Comprador y Vendedor, el coste de estos análisis serán pagados por ambos, a partes iguales.

Fuerza mayor.

a) En el caso de cualquier huelga, acto de Dios, disposiciones de algún Gobierno, fuerza mayor,

paro obrero, asociación de trabajadores, denegación de licencia de importación, interferencias por parte de Sindicatos, Suspensión del Trabajo, fuego, accidentes, falta de facilidades de carga de ferrocarril o de barco, o retraso en ruta, o en el caso de cualquier otra causa que no pueda ser controlada ni por el Comprador ni por el Vendedor, y que impida o dificulte que ellos entreguen, reciban o fundan, respectivamente, entonces la entrega, según este acuerdo, se suspenderá durante este período de incapacidad de entregar y/o recibir, y/o fundir, siempre a condición de que alguna de las partes contratantes pase aviso por escrito de esta incapacidad y, además, a condición que el Comprador no recurra a esta cláusula cuando se trata de material cuyo embarque, en el momento en que el Comprador reciba del Vendedor este aviso, haya sido contratado y el nombre del buque portador especificado, o pendiente de especificar por el Vendedor.

b) En el caso de que surja cualquier circunstancia que impida la descarga de cualquier barco en el puerto de descarga especificado, y de que los propietarios del barco ejerzan su derecho según las cláusulas de conocimiento de embarque de efectuar la entrega en cualquier otro puerto o puertos convenientes, esta entrega será considerada como válida en este contrato, y el Comprador pagará todos los gastos adicionales que se puedan producir por esta circunstancia.

Tarifas, impuestos y aranceles.

Todos los impuestos y aranceles, tanto los existentes como los nuevos, sobre concentrados de plomo, metal contenido o documentos comerciales relacionados, serán pagados por el Comprador en caso de que existan en el país en el cual este material sea descargado. Cualquier arancel o impuesto de exportación, tanto existente como nuevo, en el país de embarque, será pagado por el Vendedor.

Seguros.

Serán pagados por el Vendedor hasta el punto de destino final en ... (puerto) ..., de acuerdo con las Cláusulas de Cargamento establecidas (todo riesgo) y las Cláusulas de Guerra establecidas, en vigor en el momento del embarque, e incluyendo el acostumbrado 10 % adicional.

Licencias.

Este contrato se hace sujeto a la concesión de

cualquier licencia de importación o exportación que fuese necesaria.

Arbitraje.

La interpretación, validez y ejecución de este contrato se regirá por las leyes de Inglaterra, y cualquier disputa que surja en relación a este documento se solucionará definitivamente de acuerdo con las Reglas de Conciliación y Arbitraje de la Cámara de Comercio Internacional, por uno o más árbitros designados de acuerdo con dichas Reglas.

MODELO DE CONTRATO

Muy señores nuestros:

Concentrados de cinc. Contrato núm.

Confirmamos haber comprado con ustedes de acuerdo con los siguientes términos y condiciones:

Definiciones:

1 tonelada	= 1.000 kilogramos.
1 tonelada corta	= 2.000 lb.
1 troy onz	= 31,1035 gramos.
1 unidad	= 1 % del peso neto en seco.

Los dólares y centavos son en moneda de EE. UU.

Cantidad y calidad.

Aproximadamente toneladas de concentrados de cinc producidos por y con los siguientes resultados de muestreo:

Embarque.

Desde ... (puerto) ... durante ... (plazo) ..., sujeto a la disponibilidad del cargamento.

Entrega.

CIF ...(puerto) ... términos de barco.

Precio.

Cinc: el 85 % (deducción mínima 8 unidades) será pagado al precio medio G. O. B., base del productor, según se publica en el "Metal Bulletin" de Londres.

Período de cotización.

Será la media del mes de calendario siguiente al mes de la llegada del material al puerto de descarga.

Gastos de tratamiento.

.....\$ por tonelada neta (peso seco) de material entregado, basado en un precio G. O. B. del productor de 150 £ por tonelada.

Estos gastos de tratamiento serán aumentados o disminuidos en centavos por tonelada para cada aumento o disminución de 1 £ por encima o por debajo del precio de 150 £ por tonelada.

Las fracciones se harán proporcionalmente.

Penalizaciones.

Según las impurezas.

Pago.

El pago se llevará a cabo en ... (plaza) ... en libras esterlinas según se detalla a continuación:

El 80 % del valor estimado, basado en pesos embarcados, análisis estimados y precios en vigor en el momento de extender la factura, se pagará contra la primera presentación de la factura provisional y los documentos de embarque.

A fin de hacer el cálculo de la factura provisional, se convertirán el 80 % de la cantidad en dólares de los Gastos de Tratamiento y Penalizaciones, en libras esterlinas, a la medida de las cotizaciones de mercado—del día—según marca el "Times" de Londres en el día en que se extienda la factura.

La liquidación final se hará después de la verificación de los precios, análisis y precios del metal y la diferencia a pagar a una de las partes será pagada prontamente. A fin de calcular la factura final, se deducirá el 80 % de la cantidad en dólares de los Gastos de Tratamiento y Penalizaciones y la diferencia se convertirá a libras esterlinas a la media de las cotizaciones de mercado—del día—según marca el "Times" de Londres y el promedio sobre el Período de Cotización.

En el caso de que un cargamento completo se pierda durante el viaje, el pago final se hará tan pronto se conozcan precios adecuados, basados en los precios indicados en las cláusulas sobre Precios y Período de Cotización de este documento. A este fin, se presupone que el barco portador de este cargamento, ha llegado el día en que tenía prevista la llegada en el momento en que se ha perdido el cargamento.

En el caso de que se produzca una pérdida parcial del cargamento debido a riesgos asegurados, antes de haberse podido completar el pesado, des-

muestre y la determinación de humedad, se hará la liquidación final tan pronto como se conozcan los detalles necesarios, basados en pesos embarcados, los análisis acordados según estipula la cláusula sobre análisis de aquella parte del cargamento que se ha entregado en buenas condiciones, y en base a las cotizaciones de menas contenidas en las cláusulas sobre Precio y Período de Cotización de este documento.

Operaciones de pesado, desmuestre y determinación de humedad.

Estas operaciones se llevarán a cabo a la llegada, bien en el puerto de descarga, o bien en la planta del comprador, según se acuerde, corriendo el comprador con los gastos de los procedimientos técnicos ordinarios, en la presencia y con la conformidad del representante del vendedor, en lotes cuya cuantía también se acuerda. Cada lote formará una entrega completa y por separado para todos los fines de este contrato.

Análisis.

Los análisis se harán de forma independiente por el Comprador y por el Vendedor. Los resultados serán intercambiados en la forma normal en la fecha que ambas partes acuerden con antelación. En caso de que la diferencia entre los resultados obtenidos por el Vendedor y el Comprador no sean más de:

Cinc, ... 0,5 unidades.

se tomará la media exacta de los dos resultados como el análisis definitivo acordado con la finalidad de establecer la factura final.

En caso de una diferencia mayor, la muestra arbitral (que se debe haber sellado por representantes de ambas partes en el momento de efectuar el desmuestre) puede ser entregada a requerimiento de cualquiera de las dos partes a la razón social de la firma arbitral elegida.

En el caso de que el resultado arbitral esté entre los resultados obtenidos por las dos partes o que coincidan con uno de estos resultados se tomará éste como análisis definitivo o acordado, de otra forma se tomará como análisis definitivo la media de los tres.

Los gastos del análisis arbitral efectuado serán pagados por aquella parte cuyo resultado tenga mayor diferencia con dicho resultado, pero en el caso de que este resultado sea la medida exacta entre el

obtenido por el Comprador y Vendedor, el coste de estos análisis serán pagados por ambos, a partes iguales.

Fuerza mayor.

a) En el caso de cualquier huelga, acto de Dios, disposiciones de algún Gobierno, fuerza mayor, paro obrero, asociación de trabajadores, denegación de licencia de importación, interferencias por parte de Sindicatos, Suspensión del Trabajo, fuego, accidentes, falta de facilidades de carga de ferrocarril o de barco, o retraso en ruta, o en el caso de cualquier otra causa que no pueda ser controlada ni por el Comprador ni por el Vendedor, y que impida o dificulte que ellos entreguen, reciban o fundan, respectivamente, entonces la entrega, según este acuerdo, se suspenderá durante este período de incapacidad de entregar y/o recibir y/o fundir, siempre a condición de que alguna de las partes contratantes pase aviso por escrito de esta incapacidad y, además, en condición que el Comprador no recurra a esta cláusula cuando se trata de material cuyo embarque, en el momento en que el Comprador reciba del Vendedor este aviso, haya sido contratado y el nombre del buque portador especificado, o pendiente de especificar por el Vendedor.

b) En el caso de que surja cualquier circunstancia que impida la descarga de cualquier barco en el puerto de descarga especificado, y de que los propietarios del barco ejerzan su derecho según las cláusulas de conocimiento de embarque de efectuar la entrega en cualquier otro puerto o puertos convenientes, esta entrega será considerada como válida en este contrato, y el Comprador pagará todos los gastos adicionales que se puedan producir por esta circunstancia.

Tarifas, impuestos y aranceles.

Todos los impuestos y aranceles, tanto los existentes como los nuevos, sobre concentrados de cinc, metal contenido o documentos comerciales relacionados, serán pagados por el Comprador en caso de que existan cualquier país en el cual este material es desacargado. Cualquier arancel o impuesto de exportación, tanto existente como nuevo, en el país de embarque, será pagado por el Vendedor.

Seguros.

Serán pagados por el Vendedor hasta el punto de destino final en (puerto), de acuerdo con las

Cláusulas de Cargamento establecidas (todo riesgo) y las Cláusulas de Guerra establecidas, en vigor en el momento del embarque, e incluyendo el acostumbrado 10 % adicional.

Licencias.

Este contrato se hace sujeto a la concesión de cualquier licencia de importación o exportación que fuese necesaria.

Arbitraje.

La interpretación, validez y ejecución de este contrato se regirá por las leyes de Inglaterra, y cualquier disputa que surja en relación a este documento se solucionará definitivamente de acuerdo con las Reglas de Conciliación y Arbitraje de la Cámara de Comercio Internacional, por uno o más árbitros designados de acuerdo con dichas Reglas.

4. EJEMPLOS SOBRE COMPRA-VENTA DE MINERALES DE PLOMO Y CINCO.

Como aplicación de estas últimas se añaden a continuación una serie de ejemplos sobre venta de minerales de plomo, con y sin impurezas, y de cinc.

Ejemplo sobre venta de mineral de plomo.

Términos de Contrato:

Plomo: Menos cinco unidades al 99 % del precio oficial de Londres de 164 £/t.

Plata: Menos 2 % (deducción mínima de un troy onz) al precio de Londres de 1,006 £/troy onz.

Gastos de fusión: 34 £ por tonelada neta de peso en seco.

Peso bruto	25,00 t
Humedad 0,5 %	0,12
	<hr/>
	24,88 t

Pruebas:

	Comprador	Vendedor	Media establecida
Plomo . . .	60,4 %	60,8 %	60,6 %
Plata . . .	3,5 troy onz	4 troy onz	3,8 troy onz

Plomo: 60,6 %	
menos 5 unidades	
	<hr/>
55,6 % de 162,36 £/t	90,27 £

Plata: 3,8 troy onz	Peso bruto	25,0 t
menos 1,0 (deducción mínima)	Humedad 0,8 %	0,2
		<hr/>
2,8 troy onz a 1,006 £/troy onz	Peso seco	24,8 t
		<hr/>
		2,81 £

	93,08 £
Menos gastos de fusión... ..	34,00 £
	<hr/>
	59,08 £

24,88 t a 59,08 £/t=1.469,91 £

Este mismo ejemplo puede resolverse también como sigue:

24,88 t de mineral del 60,6 % de Pb.	
menos 5,0 unidades	
	<hr/>
	55,6 % = 13,83 t de Pb
13,83 t de Pb a 162,36 £/t... ..	2.245,43 £
con 3,8 troy onz de Ag	
menos 1,0 unidad	
	<hr/>
2,8 troy onz	
63,3 troy onz Ag a 1,006 £/troy onz ...	69,70 £
	<hr/>
	2.315,14 £

Menos gastos de fusión:	
24,88 t a 34 £	845,92 £
	<hr/>
	1.469,22 £

Ejemplo sobre venta de mineral de plomo con impurezas.

Términos de Contrato:

Plomo: Menos cinco unidades al 99 % del precio oficial de Londres de 164 £/t.

Plata: Menos 2 % al precio de Londres de 1,006 £/troy onz.

Arsénico: Penaliza 0,46 £ por cada 0,1 % que exceda del 0,1 % As.

Cinc: Penaliza 0,39 £ por cada 1 % que exceda del 7 % Zn.

Bismuto: Penaliza 0,31 £ por cada 0,01 % que exceda del 0,01 % Bi.

Gastos de fusión: 30 £ por tonelada neta de peso en seco.

Pruebas:

	Comprador	Vendedor	Media establecida
Plomo . . .	70,56 %	70,84 %	70,70 %
Plata	24,20 (*)	24,64 (*)	24,42 (*)
Arsénico . .	0,65 %	0,50 %	0,60 %
Cinc	8,20 %	7,50 %	8,00 %
Bismuto . .	0,05 %	0,05 %	0,05 %

(*) Troy onz.

Plomo: 70,7 %	
menos 5 unidades	
	<hr/>
65,7 % de 162,36 £/t ...	106,67 £

Plata: 24,42 troy onz de 1,006 £/troy onz	
menos 2 % 0,49	
	<hr/>
23,93 troy onz de 1,006 £/troy onz	24,05 £
	<hr/>
	130,72 £

Menos: Gastos de fusión	30,00 £
	<hr/>
	Penalizaciones:
As: 0,6 %	
menos 0,1 admisible	
	<hr/>
0,5 % a 0,46 £ ...	2,30 £

Zn: 8,0 %	
menos 7,0 admisible	
	<hr/>
1,0 % a 0,39 £ ...	0,39 £

Bi: 0,05 %	
menos 0,01 admisible	
	<hr/>
0,04 % a 0,31 £ ...	1,24 £
	<hr/>
	33,93 £

	<hr/>
	33,93 £
	<hr/>
	96,79 £
24,8 t a 96,79 £=2.400,39 £	

Ejemplo sobre venta de mineral de cinc

Términos de Contrato:

Cinc: Menos ocho unidades al 98 % del precio GOB de Londres de 205 £/t.

Gastos de fusión: 20 £ por tonelada neta de peso en seco.

Peso en bruto	25,00 t
Humedad 0,5 %	0,12
Peso en seco	24,88 t

Pruebas:

	Comprador	Vendedor	Media establecida
Cinc	55,6 %	60 %	55,8 %

Cinc:	55,8 %
menos	8 unidades
	47,8 % de 200,90 £/t
	96,03 £
Menos gastos de fusión	20,00 £
	76,03 £
	24,88 t × 76,03 £/t = 2.398,23 £

5. CALCULO DEL VALOR DE LOS MINERALES A LOS PRECIOS ACTUALES

A continuación se van a calcular los valores reales a los que se compra y se vende el mineral tanto de plomo como de cinc, mediante la aplicación directa de la fórmula con los valores actuales del metal y de los gastos de fusión.

Para el caso de un mineral de plomo, la fórmula para calcular el valor de la mena en el caso de que no existan impurezas es:

$$V = K_1 P_{pb} L_1 + K_2 P_{ag} L_2 - G_f$$

El valor que alcanzará un mineral de plomo con un contenido en metal del 85 % y con un contenido en plata de cuatro troy onz por tonelada de material será:

$$K_1 L_1: 85,5/100 = 4,25 \text{ %/t} = 4,25 \text{ unidades}$$

se pagará por lo tanto:

$$K_1 L_1 = 85 - 4,25 = 80,75 \text{ % de Pb}$$

P_{pb}: corresponde al 99 % del precio que se está

pagando por el metal en Londres, y que en la actualidad es 164 £/t.

$$P_{pb} = 164 \cdot 0,99 = 162,36 \text{ £/t}$$

Al valor que alcanza el mineral por su contenido en metal hay que añadirle el beneficio que tiene por su contenido en plata.

K₂L₂: este factor en el caso de la plata se calcula de forma más simple, se deduce una unidad (que corresponde al mínimo) del contenido total en plata.

$$K_2 L_2 = 4 - 1 = 3 \text{ troy onz}$$

P_{ag}: representa el precio de la plata en Londres, que en la actualidad es 1,006 £/troy onz.

Los gastos de fusión a deducir del valor del mineral por su contenido en metal y en plata se calcula:

$$G_f = R + C(P_{pb} - B)$$

R: representan los gastos de refino, en la actualidad estos gastos para un mineral de alrededor del 80 % de Pb, sobre un precio de base de 126 £/ están en: 60 \$/t que equivalen a 23,71 £/t.

C: factor de relación entre el precio de base y el precio del metal. Este factor está fijado por algunos compradores de mineral en 0,2.

B: precio de base que está fijado en 126 £/t.

$$G_f = 23,71 + 0,2(162,36 - 126) = 30,982 \text{ £/t}$$

El valor total del mineral será:

$$V = 0,8075 \times 162,36 + 3 \times 1,006 - 30,98 = 103,13 \text{ £/t}$$

Para un mineral también de plomo que tenga un contenido en plomo de 50 %, con la misma cantidad de plata que en el caso anterior, el valor será diferente, ya que éste es función del contenido en metal.

K₁L₁: 50,5/100 = 2,5 unidades, aunque no llega a tres unidades, la deducción que se aplica al contenido son estas tres unidades, ya que es la cantidad mínima deducible: K₁L₁ = 50 - 3 = 47 % de Pb pagables

P_{pb}: será el mismo que en el caso anterior, 162,36 £/t.

El valor de la plata tampoco variará, ya que no es función del contenido en plomo.

R: Los gastos de refino, para menas de menos

del 70 % son en la actualidad:

$$65 \text{ \$/t que equivalen a } 25,69 \text{ £/t}$$

Los gastos de fusión serán:

$$G_f = 25,69 + 0,2(162,36 - 126) = 33,96 \text{ £/t}$$

El valor total del mineral alcanzará la cifra de:

$$V = 0,47 \times 162,36 + 3 \times 1,006 - 33,96 = 45,05 \text{ £/t}$$

Para el caso de un mineral de cinc, la fórmula de valoración de la mena, para el caso de no existir impurezas es:

$$V = K P_c L - G_f$$

Un mineral de cinc, cuyo contenido en metal sea del 60 %, estará valorado en la actualidad en:

$$KL: 60 \times 15/100 = 9 \text{ %/t} = 9 \text{ unidades.}$$

$$KL = 60 - 9 = 51 \text{ % de Zn pagables}$$

P_c: corresponde al 98 % del precio GOB o precio del productor de Londres y que en la actualidad es de 205 £/t.

$$P_c = 205 \cdot 0,98 = 200,9 \text{ £/t}$$

Los gastos de fusión a deducir serán:

$$G_f = R + C(P_c - B)$$

R: para un mineral con un contenido superior al 55 % sobre un precio de base de 18 C/lb. que equivalen a 175 £/t, están cifradas en: 69 \$/t que equivalen a 27,27 £/t

C: el factor de relación está en este momento del orden de 0,1 £/t.

$$G_f = 27,27 + 0,1(200,9 - 175) = 29,86 \text{ £/t}$$

El valor total del mineral será:

$$V = 0,51 \cdot 200,9 - 29,86 = 71,59 \text{ £/t}$$

Para un mineral cuyo contenido en Zn sólo sea del 50 %, el valor que alcanza la mena es bastante inferior.

$$KL: 50 \times 15/100 = 7,5 \text{ unidades.}$$

A este mineral de cualquier modo se le aplica la deducción mínima acordada sobre el contenido de ocho unidades.

$$KL = 50 - 8 = 42 \text{ % de Zn pagables}$$

P_c: seguirá siendo el mismo de 200,9 £/t.

Los gastos de fusión a deducir serán:

$$G_f = R + C(P_c - B)$$

R: para un mineral de menos del 52 % de Zn y sobre el mismo precio de base que en el caso anterior, está en la actualidad en: 74 \$/t, que equivalen a 29,24 £/t.

$$G_f = 29,24 + 0,1(200,9 - 175) = 31,83 \text{ £/t}$$

El valor que alcanzará este mineral será, por tanto:

$$V = 0,42 \cdot 200,9 - 32,24 = 52,54 \text{ £/t}$$

Recibido: Enero 1974.

Distribución de potenciales en un talud rocoso anisótropo saturado

Por J. L. BERZAL (*)

RESUMEN

Con la finalidad de obtener la distribución de potenciales, originados por la filtración del agua, en un talud rocoso con anisotropía ortogonal en cualquier dirección y densamente diaclasado, se preparó un modelo matemático bidimensional y se desarrolló su programa correspondiente.

Sobre la hipótesis de la ley de Darcy, la ecuación que rige el fenómeno del flujo de agua se transformó para cualquier dirección de los ejes principales de anisotropía con respecto a los ejes de referencia.

El programa desarrollado resuelve dicho fenómeno para el caso particular del talud correspondiente a una corta y totalmente saturado.

ABSTRACT

A two-dimensional mathematical model was applied and its associated computer programme was developed, for calculating the potential distribution within a very densely jointed rock such that, the discontinuous medium can be replaced by a continuous one.

Darcy's law is assumed to be valid and the governing field equation is transformed to allow for any arbitrary orientation of the principal axes of permeability with respect to the reference axes.

The computer programme developed is for solving the problem within a particular slope structure, which is that of an open pit mine, under fully saturated conditions.

INTRODUCCION

En el marco de la trascendencia que la Empresa Nacional Adaro presta a los problemas geotécnicos y en especial a los geotécnicos mineros, tanto en su versión ingenieril como en la de investigación, se ha elaborado el estudio, si bien de forma simplificada, de uno de los factores operantes con mayor peso sobre la estabilidad de un talud rocoso.

El efecto perjudicial, ejercido por la presión de filtración sobre la estabilidad de estructuras en roca, ha sido ampliamente tratado por la literatura geo-

técnica. Asimismo, un conocimiento exacto del fenómeno del flujo de agua en medios diaclasados, es muy importante para las técnicas de inyección y en hidrogeología, en general.

Un criterio para el análisis de dicho fenómeno, sobre la base de un sistema continuo o discontinuo, deberá estar íntimamente ligado con la escala de la investigación. En este contexto, el término "discontinuo" o "sistema discontinuo", cuando lo aplicamos a masas rocosas en relación con el flujo de agua, resulta muy relativo. Así, si el número de discontinuidades es extremadamente grande, bien como consecuencia del tamaño medio del

(*) Departamento de Geotecnia, Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A. ENADIMSA.

estudio, o por la reducida separación entre las discontinuidades, de forma que puedan considerarse prácticamente infinitas, será conveniente describirlo como sistema continuo.

Por lo tanto, el tratamiento de un problema como continuo o discontinuo, dependerá de las características de los sistemas de diaclasas. Con frecuencia, la consideración de un "sistema continuo" es realista si no tenemos datos suficientes que justifiquen un análisis más complejo.

El objetivo de este trabajo es, mediante la aplicación de un modelo matemático bidimensional y desarrollo de su programa correspondiente, determinar la distribución de potenciales en un medio rocoso con anisotropía ortogonal en cualquier dirección y densamente diaclasado, tal que, el medio discontinuo, pueda sustituirse por uno continuo.

Hipótesis consideradas.

Los supuestos implicados en este trabajo han sido los siguientes:

- (i) Medio continuo y homogéneo.
- (ii) Anisotropía ortogonal.
- (iii) Flujo estacionario y fluido incompresible.
- (iv) Validez de la Ley de Darcy.
- (v) El medio está delimitado por el correspondiente a una corta.
- (vi) Talud totalmente saturado.

Ecuación que rige el fenómeno.

Si la distribución espacial de las discontinuidades es compacta y existen conexiones hidráulicas arbitrarias entre ellas, la red de flujo en el interior de la masa rocosa tenderá a ser similar a la que correspondería a un suelo anisótropo y, por consiguiente, la ecuación resultante será la ya conocida ecuación de percolación de un fluido a través de un medio poroso homogéneo y anisótropo. La cual viene expresada por:

$$K_I \frac{\partial^2 \phi}{\partial \xi^2} + K_{II} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \eta^2} = 0 \quad [1]$$

Donde:

$$\phi = \text{potencial total} = Z + \frac{P}{\gamma_w}$$

K_I, K_{II} = coeficientes de permeabilidad en las direcciones principales ξ y η , respectivamente.

P = presión del agua en un punto dado.

γ_w = densidad del agua.

Z = altura del punto, considerado respecto a un plano arbitrario de referencia.

La ecuación [1] puede transformarse en la ecuación de Laplace ($\Delta^2 = 0$) por simple cambio de variable.

Para obtener la ecuación que defina, en el caso que estamos considerando, dicho fenómeno, necesitamos transformar la ecuación [1] para cualquier dirección de los ejes principales de anisotropía con respecto a los ejes de referencia X, Z (fig. 1).

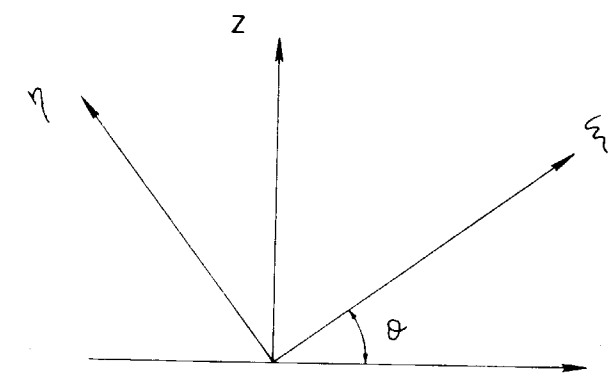


Fig. 1

De dicha figura podemos obtener:

$$\xi = X \cos \theta + Z \sin \theta \quad [2]$$

$$\eta = Z \cos \theta - X \sin \theta$$

Donde θ es el ángulo formado por ξ, η o, también, el ángulo de buzamiento del sistema de diaclasas paralelo a la dirección ξ .

Considerando la ecuación [2] tenemos:

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial \xi^2} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial X^2} \cos^2 \theta + 2 \frac{\partial^2 \phi}{\partial X \partial Z} \sin \theta \cos \theta + \frac{\partial^2 \phi}{\partial Z^2} \quad [3]$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial \eta^2} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial X^2} \sin^2 \theta - 2 \frac{\partial^2 \phi}{\partial X \partial Z} \sin \theta \cos \theta + \frac{\partial^2 \phi}{\partial Z^2} \cos^2 \theta$$

Sustituyendo la ecuación [3] en la ecuación [1] deducimos la expresión que nos define el problema.

$$(K_I \cos^2 \theta + K_{II} \sin^2 \theta) \frac{\partial^2 \phi}{\partial X^2} + (K_I - K_{II}) \sin 2\theta \frac{\partial^2 \phi}{\partial X \partial Z} + (K_I \sin^2 \theta + K_{II} \cos^2 \theta) \frac{\partial^2 \phi}{\partial Z^2} = 0 \quad [4]$$

Esta expresión puede reducirse a:

$$a \frac{\partial^2 \phi}{\partial X^2} + b \frac{\partial^2 \phi}{\partial X \partial Z} + c \frac{\partial^2 \phi}{\partial Z^2} = 0 \quad [5]$$

Donde:

$$a = R - (R - 1) \sin^2 \theta$$

$$b = (R - 1) \sin 2\theta$$

$$c = R - (R - 1) \cos^2 \theta$$

$$R = \text{razón de permeabilidad} = \frac{K_I}{K_{II}}$$

Geometría del problema y condiciones de contorno.

Como hemos expuesto anteriormente la geometría del problema viene definida por la correspondiente a una corta (figura 2). El flujo de agua, en

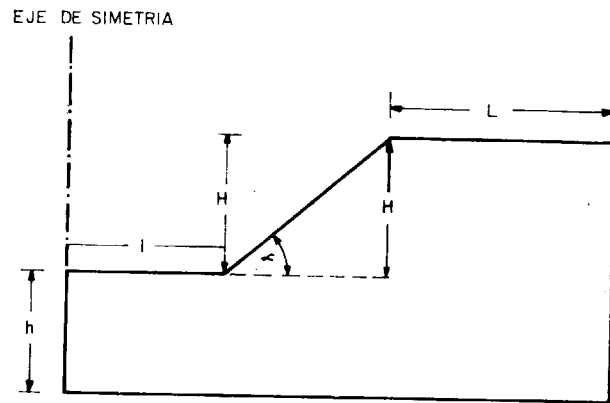


Fig. 2
Sección transversal de una corta.

el supuesto más realista, está generalmente asociado con fluctuaciones del nivel freático y con condiciones de contorno impuestas en el resto de los mismos. En general, tanto el nivel freático como

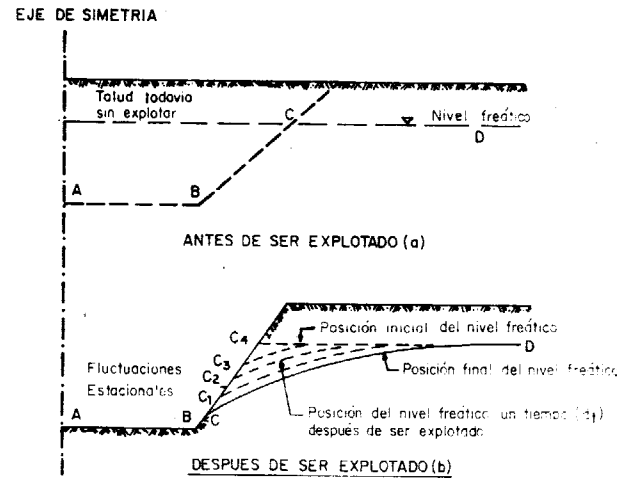


Fig. 3
Evolución del contorno de una corta.

la cara del talud son contornos variables, el primero, por las fluctuaciones estacionales y cambios en las condiciones de drenaje, y, el segundo, por las operaciones mineras (fig. 3). La figura 4 muestra

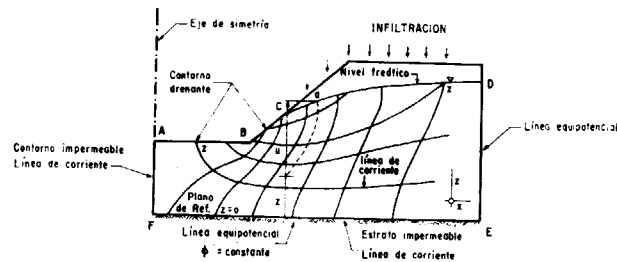


Fig. 4

Condiciones de contorno en el caso de superficie libre.

las condiciones de contorno y red de flujo en el caso de superficie libre.

Tales condiciones, para el caso particular consi-

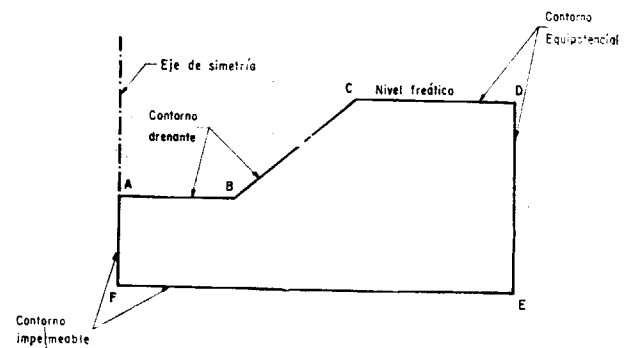


Fig. 5

Condiciones de contorno en un talud saturado.

derado, se reducen a condiciones más simples (figura 5) que pueden expresarse matemáticamente como:

Contorno AB, BC:

$$\phi = Z$$

Contorno CD, DE:

$$\phi = \text{cte.}$$

Contorno AF, EF:

$$\frac{\partial \phi}{\partial X} = 0 \text{ (contorno AF)}$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial Z} = 0 \text{ (contorno EF)}$$

Método de análisis.

Para resolver los problemas de flujo de agua se aplican ampliamente métodos gráficos, modelos analógicos y métodos numéricos, así como análisis de variable compleja.

En nuestro caso hemos aplicado la técnica de Diferencias Finitas. Dicha técnica, se utiliza con frecuencia para resolver ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, como la que aquí nos define el problema, de tipo elíptico.

La idea básica consiste en reemplazar la derivada en un punto, por el cociente de los correspon-

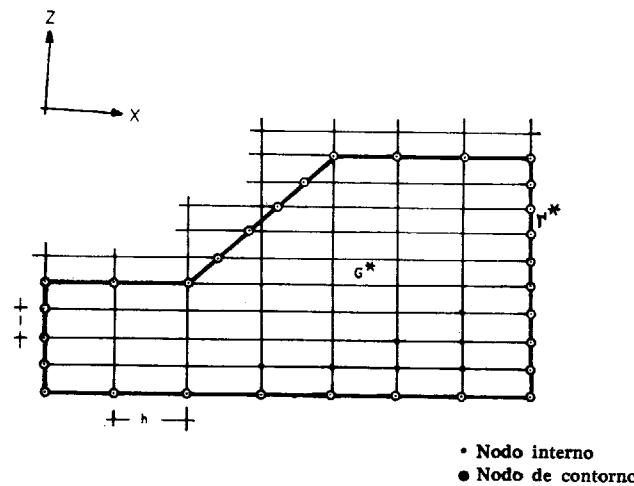


Fig. 6

Espacio mallaado y contorno resultantes, G* y Gamma*.

dientes incrementos finitos de la variable apropiada en un intervalo suficientemente pequeño.

Para encontrar la solución de la ecuación [5], en la región G delimitada por el contorno Gamma, con las condiciones de contorno especificadas, discretizamos la región G mediante un espacio mallaado G* con contorno Gamma* (fig. 6).

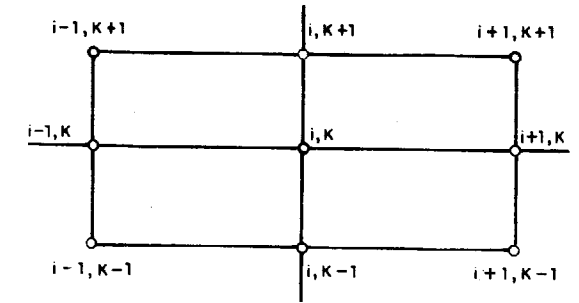


Fig. 7

Representación gráfica de un nodo interno y de su conexión con los nodos adyacentes.

De esta forma, podemos formar una ecuación para cada nodo interno (i, k) (fig. 7) sustituyendo las derivadas en ese punto por:

$$\left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial X^2} \right)_{(i,k)} \approx \frac{\phi_{i+1,k} - 2\phi_{i,k} + \phi_{i-1,k}}{h^2}$$

$$\left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial Z^2} \right)_{(i,k)} \approx \frac{\phi_{i,k+1} - 2\phi_{i,k} + \phi_{i,k-1}}{l^2} \quad [6]$$

$$\left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial X \partial Z} \right)_{(i,k)} \approx \frac{\phi_{i+1,k+1} - \phi_{i-1,k+1} - \phi_{i+1,k-1} + \phi_{i-1,k-1}}{4lh}$$

Siendo:

$$\phi_{i,k} = \phi(X_0 \div ih, Z_0 \div kl)$$

l, h = dimensiones de la malla elemental.

Reemplazando las expresiones [6] en la [5] y poniendo a_{i,k}, b_{i,k} y c_{i,k} como coeficiente de dicha ecuación para el nodo (i, k), obtenemos la ecuación en diferencias finitas para dicho nodo, la cual viene expresada por:

$$a_{i,k} \frac{\phi_{i+1,k} - 2\phi_{i,k} + \phi_{i-1,k}}{h^2} + b_{i,k} \frac{\phi_{i+1,k+1} - \phi_{i-1,k+1} - \phi_{i+1,k-1} + \phi_{i-1,k-1}}{4lh} + c_{i,k} \frac{\phi_{i,k+1} - 2\phi_{i,k} + \phi_{i,k-1}}{l^2} = 0 \quad [7]$$

Esta ecuación, que nos proporciona una relación

entre los potenciales de nodos adyacentes, podemos aplicarla a cada uno de los nodos internos del espacio mallado G^* , resultando un sistema simultáneo de ecuaciones lineales algebraicas con el mismo número de ecuaciones que de incógnitas, el cual puede ser reemplazado por la ecuación matricial:

$$[A][\phi]=[B] \quad [8]$$

Donde:

$[A]$ =matriz de coeficiente ($N \times N$).

$[\phi]$ =vector de incógnitas.

$[B]$ =vector de términos independientes.

N =número total de nodos internos.

Si la ecuación [8] tiene solución, obtendremos un valor aproximado de la función para la serie finita de puntos que forman los nodos internos.

La solución de esta ecuación, con las condiciones de contorno definidas, requiere una cantidad considerable de cálculos y, por tanto, se hace necesario el empleo del computador.

Aplicación al caso estudiado.

En el caso estudiado hemos elegido una malla elemental cuadrada, además de emplearse interpolación de grado cero, en la cara del talud, para los

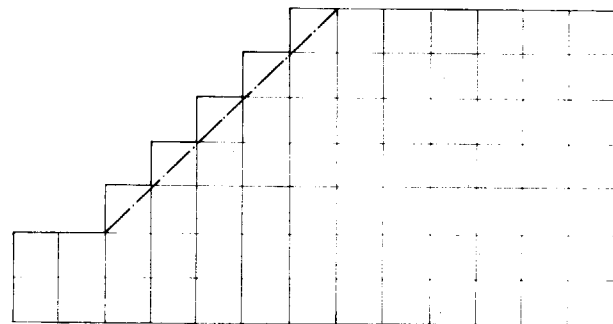


Fig. 8

Corte del talud resultante para $\alpha=45^\circ$

nodos irregulares (nodos conectados con alguno de contorno o exterior); esto nos proporcionó un talud de forma escalonada que, aunque sin ser una representación ideal de un talud plano, puede ser considerado como una buena aproximación a la geometría real de una corta (fig. 8).

La corta (región G), fue sustituida por un espacio

mallado G^* que proporcionó, para el caso de ángulo de talud $\alpha=90^\circ$ y con las dimensiones de la figura 9, 148 nodos internos (máximo número analizado en este problema).

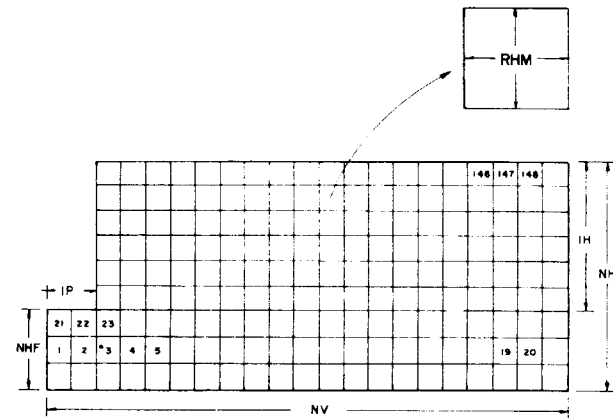


Fig. 9

Espacio mallado y contorno resultantes, G^* y I^* , para el caso analizado $\alpha=90^\circ$

La solución de la ecuación matricial [8], puede obtenerse —por inversión de la matriz $[A]$ — de la forma siguiente:

$$[A]^{-1}[B]=[\phi']$$

Siendo:

$[A]^{-1}$ =matriz inversa de $[A]$.

$[\phi']$ =vector solución.

Comentarios sobre el programa.

El programa fue diseñado para emplear ángulos de talud de $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$. El organigrama general está expresado en la figura 10.

La solución de la ecuación [8] se obtuvo mediante el empleo de una subrutina del Algebra Matricial, de la biblioteca de programas del Centro de Cálculo del Imperial College of Science and Technology (London). Se necesitó una memoria de 77.300 (base octal) para tartar uan malla de 148 nodos internos. El tiempo de computación, fuertemente dependiente del número de nodos internos y método adoptado, puede estimarse, en el caso del C. D. C. - 6.400 y para la solución empleada, por medio de la expresión siguiente:

$$T=0,05 N$$

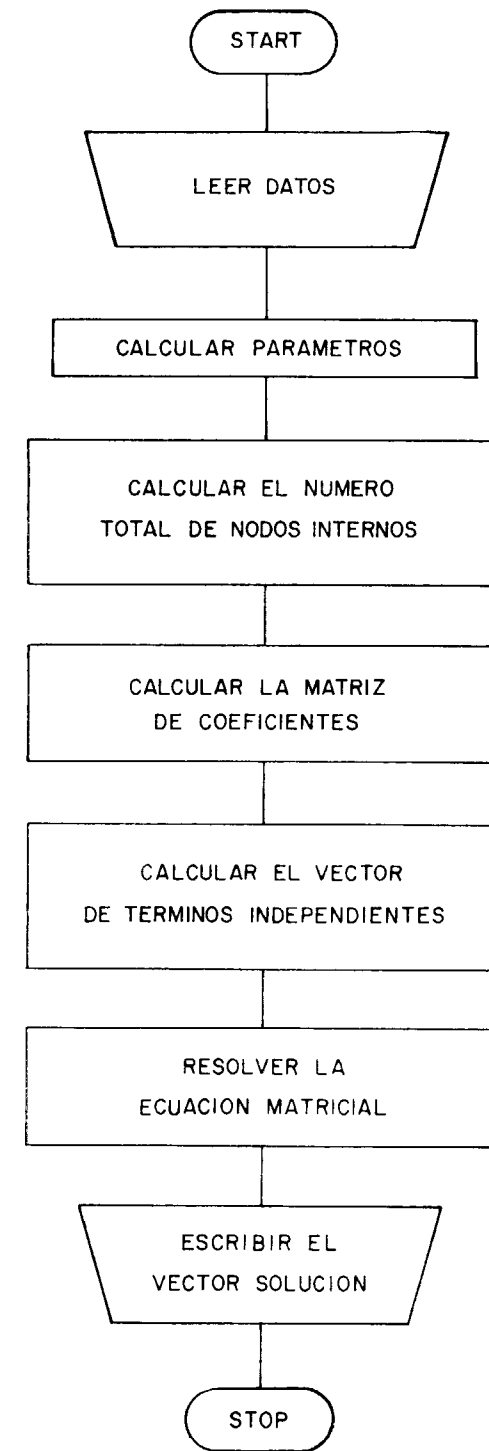


Fig. 10

Organigrama general.

Siendo:

N =número total de nodos internos.

T =tiempo en sg.

Esto, nos proporcionó la posibilidad, para el sistema empleado J-7, 60 K y 120 sg. de tiempo compartido, de analizar diferentes situaciones en una única pasada. Se empleó formato variable para la obtención de los resultados de forma apropiada (fig. 11).

Resultados.

Pueden analizarse un gran número de situaciones y, de ellas, únicamente exponemos, para el caso de ángulo de talud $\alpha=45^\circ$, la influencia ejercida por determinados factores sobre la distribución de potenciales. Los casos analizados son los siguientes (figs. 12-13).

- (i) Influencia de la razón de permeabilidad.
- (ii) Influencia de la dirección de anisotropía.
- (iii) Influencia de la localización del contorno derecho.

Conclusiones.

Las conclusiones que, de los casos investigados, más claramente, podemos deducir, muestran una influencia significativa de la razón de permeabilidad sobre la distribución de potenciales, dando una disposición, para valores bajos de dicha relación, aproximadamente vertical y concentrada en la cara del talud. En tanto que, para valores altos, aparece un arqueamiento considerable de las líneas equipotenciales, lo que origina una distribución más uniforme. Tal efecto, como era de esperar, varía con la dirección de los ejes principales de anisotropía.

Finalmente, podemos destacar, asimismo, la influencia ejercida por la localización del contorno derecho que, estando limitada por el valor de la razón de permeabilidad, resulta insignificante para valores bajos de la misma.

Consideraciones geoquímicas sobre las rocas graníticas del área de Villar de Peralonso (Salamanca)⁽¹⁾

Por J. SAAVEDRA (*) y A. G.^a SANCHEZ (*)

con la colaboración de S. RDGZ. PEREZ (*), J. HERRERO PAYO (*) y V. RAMOS ESTRADA (*)

RESUMEN

Se pone de manifiesto la existencia de una tendencia silicosódica para los granitos de dos micas del área del yacimiento uranífero de Villar de Peralonso. Se observa una localización definida de los subgrupos evidenciados a lo largo de las direcciones aproximadas NE-SW y NW-SE. Estas subdivisiones están en estrecha relación con los datos geoquímicos.

SUMMARY

The existence of a silicosodic trend in the two-mica granites of the Villar de Peralonso uraniferous deposit is stated in this paper.

From the geochemical point of view, these granites are divided into three types, two of them following respectively definite NE and NW directions.

INTRODUCCION.

Este trabajo es el primero que se publica, en el sentido con que aquí se enfoca, sobre el área alrededor de Villar de Peralonso (unos 400 Km.²). El interés fue despertado por la presencia en la localidad de mineralizaciones uraníferas. Pero hay muy poca información geológica de conjunto, toda ella en trabajos regionales que apenas aluden a las rocas ahora consideradas.

Ello limita y, a la vez, difumina los resultados que pueden obtenerse en una investigación de esta índole. Por tal motivo se ha enfocado básicamente desde un punto de vista geoquímico, aunque resulta indispensable recurrir a muchos datos geológicos de campo.

No se pretende una explicación exhaustiva, sólo completar y desarrollar lo que la observación directa no pone de manifiesto. Sus conclusiones tam-

poco son definitivas, sino que marcan un resultado sujeto a corroboración en el campo geológico general.

CARACTERISTICAS DE LA ZONA.

La información proporcionada por los mapas generales (López de Azcona y col., 1967) es muy escasa. Se citan áreas graníticas y néisicas, que, en el terreno, son muy dudosas, discutibles o inexistentes. En realidad, la complicación es notable, tanto petrológica como tectónicamente.

Esta zona está caracterizada por una penillanura muy desarrollada, con muy pocos afloramientos de roca fresca. Por tanto, forzosamente ha sido preciso limitar el número de muestras para analizar y, aún así, controlar el grado de alteración de éstas mediante su estudio en lámina delgada y datos analíticos (contenidos en agua, hierro ferroso y sodio). El trabajo general de campo también es delicado, pero, indudablemente, proporciona una información básica amplia. Se han excluido intencionadamente los diques de rocas más básicas a causa de su es-

(1) Trabajo presentado a la II reunión sobre geología del SO.

(*) Centro de Edafología del C.S.I.C. de Salamanca. Departamento de Mineralogía de la Universidad de Salamanca.

caso desarrollo en la zona. Son importantes más al Norte.

En general, todas las rocas consideradas presentan una orientación NW-SE, que corresponde a la dirección hercínica, así como una alteración post-magmática más o menos acusada.

EMPLEO DE DIAGRAMAS Y CALCULO DE LA NORMA.

Como se ha indicado, las rocas consideradas ofrecen un margen de variación en minerales fundamentales muy reducido. Por esta razón resulta muy adecuado el empleo de un diagrama fuertemente dispersivo, que ponga en evidencia estas débiles diferencias. Los diagramas de La Roche (1964-65 y 1968) no son aún clásicos, pero han probado su extraordinaria eficacia en el estudio evolutivo de rocas ígneas ácidas o intermedias. A continuación se expone brevemente el fundamento, que ya ha sido indicado en otro trabajo de los autores en este mismo número de la revista (Saavedra y García Sánchez, 1973).

Todos los datos analíticos dados en tanto por ciento de óxido se pasan a porcentajes de milimoles de elemento (con excepción de los pocos frecuentes P y Mn), lo que se llama milicaciones por 100 gramos de roca, en uno de los diagramas se representa el parámetro $F = K - (Na + Ca)$, en abscisas,

frente a $Q = \frac{Si}{3} - \left(Na + K + \frac{2Ca}{3} \right)$. El primero, F,

es una medida de la separación entre los feldespatos potásicos y las plagioclasas: aleja, pues, a los puntos representativos de estos dos minerales. El segundo, Q, es una medida del contenido en cuarzo, pues expresa la diferencia entre la sílice total y la combinada.

Considerando los feldespatos y el cuarzo ya se tiene una información bastante precisa de este tipo de roca. Pero la inclusión de minerales, como la biotita, etc., es siempre interesante, pese a encontrarse en mucha menor proporción. Esta es la razón que justifica el uso de un segundo diagrama, representándose en abscisas el mismo parámetro que en el anterior, F, y en ordenadas $B = F + Mg + Ti$, parámetro proporcional al contenido en minerales ferromagnesianos.

Finalmente, el diagrama $Al/3 - K$ frente a $Al/3 - Na$ completa las formas de representación. Es especialmente útil en el caso de que el aluminio

juegue un papel importante, que en los granitos puede traducirse por el desarrollo de moscovita.

No cabe duda que, estrictamente hablando, el empleo de la norma puede hacer innecesario el uso de los diagramas citados y cualquier otro. Pero, con la ayuda de éstos, se visualiza más rápidamente el proceso y, además, se ponen en evidencia tendencias claras que, más difícilmente, se manifiestan en la norma.

Ello no excluye, sin embargo, la conveniencia ocasional del empleo de ambos. En particular la comparación de grupos de rocas entre sí ayuda mucho si se tiene la norma representativa de cada uno de ellos.

Al igual que ocurría con las formas de representación, las normas clásicas no son panaceas; se aplican, mejor o peor, según los casos. Para el problema aquí tratado, granitos de dos micas o con moscovita sola son de utilidad inferior comparada con la mesonorma de Barth (1959, 1962), mucho más reciente. En efecto, en ésta, el exceso de Al en la roca, no se traduce como corindón (hecho general en las normas clásicas), sino como moscovita (paso que implica pérdida de feldespato potásico), lo que se ajusta mejor a la realidad observada.

LA EVOLUCION GEOQUIMICA DEL GRANITO.

Dada las cualidades de los afloramientos, este trabajo se limita a la evolución granítica en superficie; esto es, roca ígnea afectada por los procesos postmagmáticos iniciados por fenómenos de microclinización y seguidos de albitización.

En la figura 1 se ha representado las áreas figurativas del granito, así como los puntos representativos del conjunto.

Es clara la tendencia silicosódica del conjunto, marcada por una albitización creciente y, paralelamente, una disminución de minerales ferromagnesianos, traducida por un incremento general de moscovita.

Considerando la posición de cada muestra en los tres diagramas de La Roche es posible separar tres subgrupos de granitos. Es decir, hay un número fijo de muestras determinadas en las que el carácter sódico o potásico es extremo.

Esta tendencia silicosódica de los granitos de dos micas es, por otra parte, un hecho comúnmente observado en muchos granitos europeos hercínianos (Aktanov, 1971; Barbier, 1967; Carrat, 1969; Charoy, 1971; Kurtbas, 1971; Ranchin, 1970; Renard, 1971; Saavedra y col., 1973). En España no hay

más referencia concreta que la de Saavedra y García Sánchez (1973), que citan este hecho en granitos de las provincias de Cáceres y Salamanca.

En la tabla I se indica la composición química del conjunto de los subgrupos, juntamente con los

valores de los parámetros de La Roche. En la tabla II quedan expresados los resultados de la mesonorma de Barth.

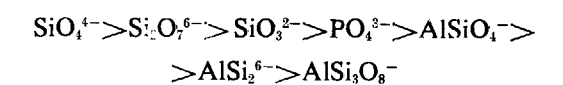
Este desglosamiento en subgrupos no es arbitrario. Si se señalan en el mapa las muestras correspondientes a los subgrupos I y III (fig. 2), puede verse que están alineadas. Sus direcciones, aproximadamente, son paralelas (para un mismo grupo) y perpendiculares (respecto al otro grupo).

Mineralógicamente, la evolución granítica se traduce, según la mesonorma de Barth, por un aumento en cuarzo y albita, mientras que disminuye la ortosa. Químicamente, el paso del subgrupo I al III se caracteriza por ganancias netas en sílice y sodio y pérdidas: en potasio, ferromagnesianos, fósforo y aluminio.

Comparando con la evolución superficial de granitos de dos micas citados, hay un punto anormal en el paso de subgrupo I al II; debería existir un incremento en moscovita y una disminución en biotita, justamente al revés de lo encontrado. La explicación, sin duda, está en la asociación del subgrupo I a fracturas paralelas a la indicada por García de Figuerola y Parga (1968). Aquí, en zonas en las que se evidencia más la tectónica, son fundamentales las consideraciones de Chayes (1955): la desestabilización intensa de biotita con formación de ortosa y clorita, fácilmente seritizable. Es lo que ha ocurrido aquí, explicándose la mayor abundancia de la moscovita.

La diferenciación en el campo de un área esencialmente potásica es evidente, en razón a los fenómenos de moscovitización, etc. No resulta tan manifiesta la individualidad del grupo silicosódico. Sin embargo, estudios actualmente en curso demuestran que es justamente en este subgrupo III en donde aparecen las concentraciones máximas de elementos en traza, como Sn, etc.

La entidad de estas subdivisiones se pone de manifiesto geoquímicamente en diversos casos. Aquí se hace especial hincapié en el comportamiento del fósforo, elemento normalmente poco tenido en cuenta en los procesos evolutivos. La basicidad de los aniones en medio silicatado, fundido, es, de acuerdo con Shcherbina (1968):



entendiendo "base" en sentido amplio, sustancia capaz de tomar protones. Como confirman Gruza y

TABLA I

	I, N=13	II, N=23	III, N=13	Totalidad de los granitos N=49
SiO ₂ ...	71,49	71,63	72,41	71,79
Al ₂ O ₃ ...	15,57	14,55	14,47	14,54
Fe ₂ O ₃ total...	1,46	1,73	1,34	1,55
TiO ₂ ...	1,18	0,18	0,11	0,16
P ₂ O ₅ ...	0,43	0,44	0,35	0,41
MnO...	0,05	0,04	0,05	0,04
CaO...	0,73	0,83	0,71	0,77
MgO...	0,60	0,61	0,42	0,56
Na ₂ O...	3,15	3,47	3,98	3,52
K ₂ O...	6,08	5,41	4,89	5,45
Volátiles...	0,95	1,01	0,78	0,93
Total...	99,69	99,90	99,51	99,42

Parámetros de La Roche

	I, N=13	II, N=23	III, N=13	Totalidad de los granitos N=49
Q...	162	168	169	167
F...	14	-12	-39	-12
B...	36	40	30	36
Al/3-Na...	-6	-17	-34	-19
Al/3-K...	-34	-19	-7	-20

Composición química media y valores correspondientes de los parámetros de La Roche de la totalidad de los granitos y de los subgrupos correspondientes. N=número de muestras.

TABLA II

	I, N=13	II, N=23	III, N=13	Totalidad de los granitos N=49
Q...	26,9	27,5	27,5	27,5
Or...	29,9	25,4	23,1	25,7
Ab...	29,0	31,9	36,3	32,2
An...	3,6	4,6	3,7	3,9
Bi...	5,0	5,6	4,2	5,2
Mu...	5,6	5,0	5,2	5,2

Resultados de la aplicación de la mesonorma de Barth. Los minerales accesorios se han despreciado, incorporando el TiO₂ y MnO al Fe₂O₃+MgO.

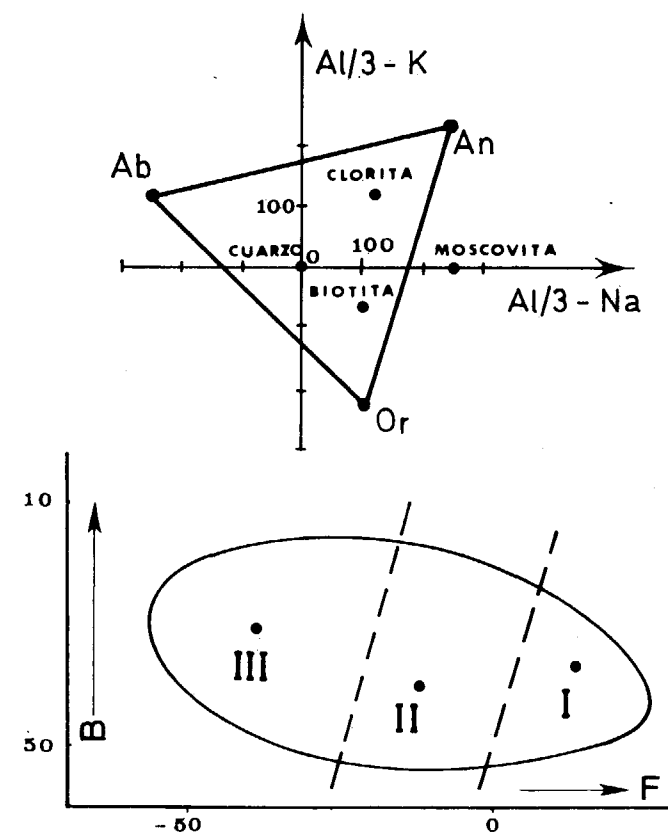


Figura 1

Caracterización química de la tendencia evolutiva de los granitos de dos micas. Se han indicado tres subgrupos característicos, así como la posición de los puntos representativos de las composiciones medias para cada uno y situación de granitos y adamellitas, como referencia.

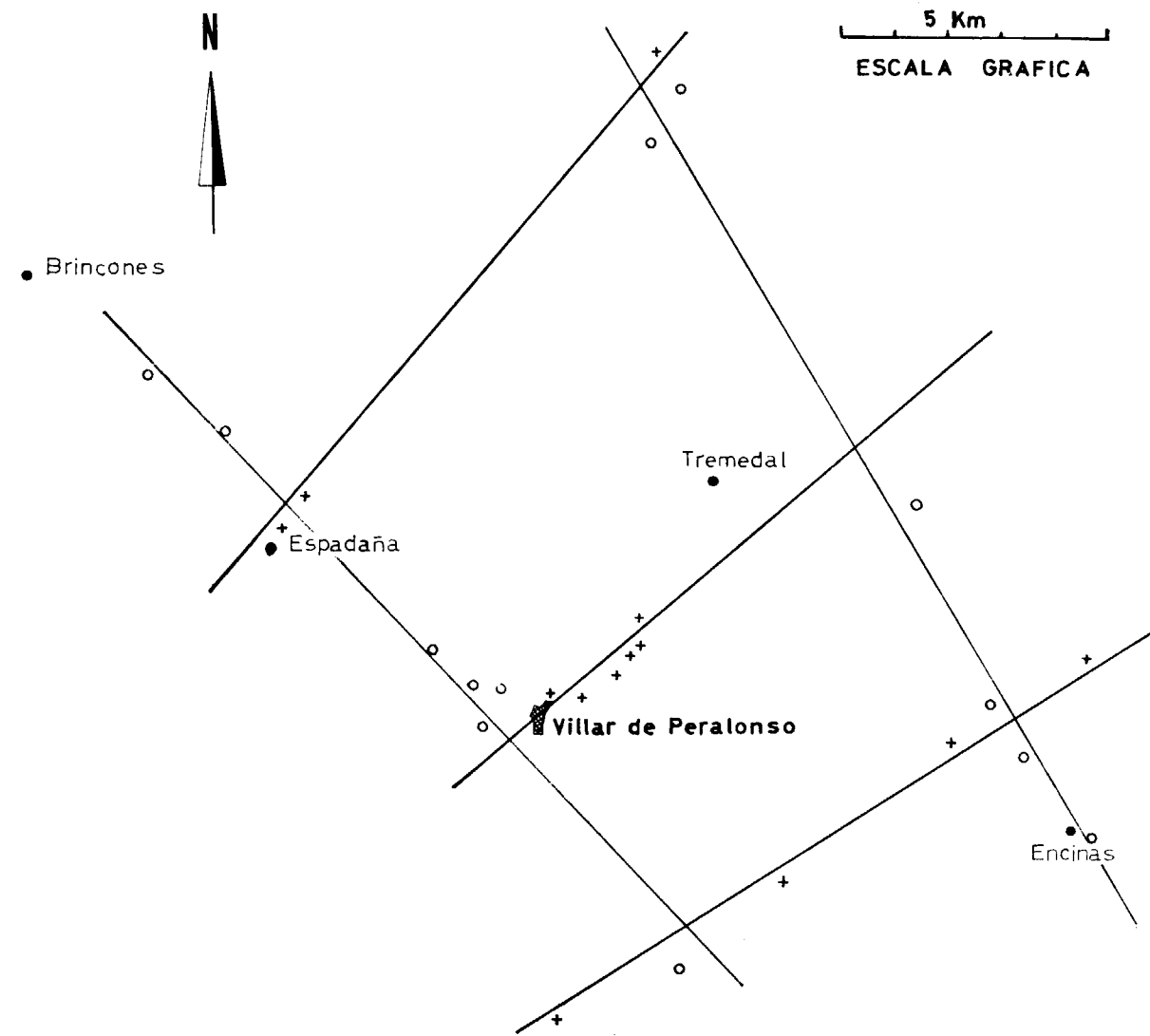
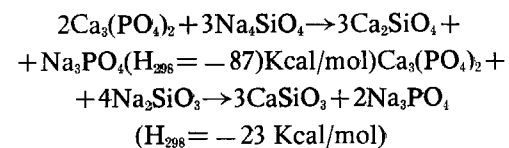


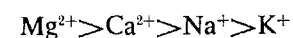
Figura 2

Situación de muestras. Obsérvese la posición de las rocas de los subgrupos I y II de la figura 1, a lo largo de las direcciones aproximadas NE-SW y NW-SE.

Myznikov (1970), la posición del PO_4^{3-} de la serie se corrobora, por ser:



Por otra parte, la acidez, o capacidad de tomar electrones, para los cationes sigue el orden



En rocas ricas en sílice y aluminio, como es este caso, el PO_4^{3-} , es una base más fuerte que los aniones silicoaluminicos, e irá ligado a los cationes más ácidos, Mg, Ca, Na y K, por este orden. Por tanto, cabe esperar una fuerte correlación con el primero de ellos y sucesivamente, débiles con los restantes.

Los subgrupos evidenciados en la figura 1, de acuerdo con los datos de la tabla I, están enteramente de acuerdo con estos hechos, figura 3. Hay también en este punto una evidencia geoquímica más para la subdivisión.

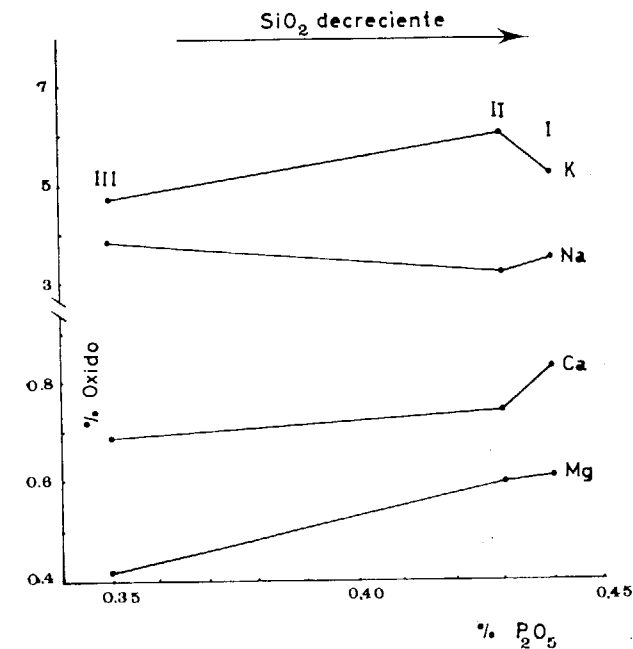


Figura 3

Variación de la dependencia entre el contenido medio en fósforo de las muestras de los tres subgrupos de la figura 1 y los porcentajes en óxidos de los elementos indicados. Obsérvese la máxima relación positiva P-Mg y mínima P-K.

CONCLUSION.

El empleo de los diagramas fuertemente dispersivos de La Roche, ha evidenciado una tendencia general silicosódica para los granitos de dos micas.

Pueden apreciarse tres subgrupos. El más potásico se sitúa en el terreno según bandas de dirección aproximadamente tardihercínica, NE-SW, caracterizado por un enriquecimiento en moscovita normativa a expensas de la biotita. El más sódico aparece en bandas alargadas en dirección NW-SE, caracterizado por su contenido mayor en Si y Na, y mínimos porcentajes de K, P, Fe, Mg y Ti.

Entre otros hechos, la existencia de estos subgrupos se caracteriza por el decrecimiento gradual de la correlación positiva entre el fósforo y los cationes de acidez decreciente (Mg, Ca, Na y K, por este orden).

Agradecimiento. Los autores expresan su reconocimiento a don Helio Monteiro Penha, que tomó las muestras estudiadas y de cuya tesis doctoral, en preparación, se ha obtenido toda la información geo-

lógica general allí detallada. Igualmente se agradecen sus orientaciones y opiniones tras su revisión del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- AKTANOV, M. T.: Behavior of tin in postmagmatic alteration of granitoids of Southern Tien Shan (Southern Kirghizuya). "Geochem. Intern.", 8, 367-370 (1971).
- BARBIER, J.: Etude pétrographique et géochimique du granite à deux micas des monts de Blond (Limousin, France). "Sciences de la Terre", Nancy, t. XII, núm. 3, 183-206 (1967).
- BARTH, T. F. W.: Principles of classification and norm calculations of metamorphic rocks. "Jour. Geology", 67, 135-152 (1959).
- BARTH, T. F. W.: A final proposal for calculating the mesonorm of metamorphic rocks. "Jour. Geology", 70, 497-498 (1962).
- CARRAT, H. G.: Le Morvan cristallin. "Thèse", Nancy, 2 vol., 379 (1969).
- CHAROY, B.: Différenciations pétrographiques et géochimiques dans les granites à deux micas du massif de Questembert (Morbihan). "Sciences de la Terre", t. XVI, núm. 1, 5-44 (1971).
- CHAYES, F.: Potash feldspar as by product of the biotite-chlorite transformation. "Ann. Journ. Sci., New Haven", t. 252, 59 (1955).
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C., y PARGA, J. R.: Sobre los ortoneises de Traguntia-Juzbado (Salamanca) y su significación tectónica. "Acta Geol. Hisp.", 3, 69-72 (1968).
- GRUZA, V. V. and MYZNIKOV, V. A.: Phosphorus in genetic series of igneous rocks. "Geochem. Intern.", 7, 245-255 (1970).
- KURTBAS, K.: Les granites de la Montagne Bourbonnaise (Massif Central Français). Leur évolution pétrographique et géochimique. "Thèse", Nancy, 241 (1972).
- LA ROCHE, H. DE: Sur l'expression graphique des relations entre la composition chimique et la composition minéralogique quantitative des roches cristallines. Présentation d'un diagramme destiné à l'étude chimicominéralogique des massifs granitiques ou granodioritiques. Application aux Vosges cristallines. "Sciences de la Terre", t. IX, 293-237 (1964).
- LA ROCHE, H. DE: Comportement géochimique différentiel de Na, K y al dans les formations volcaniques et sédimentaires: un guide pour l'étude des formations méta-

- morphiques et plutoniques*. "C. R. Ac. Sc. Paris", t. 267, sér. D, 39-42 (1968).
- LÓPEZ DE AZCONA, J. M.; MINGARRO MARTÍN, F., y LÓPEZ DE AZCONA Y FRAYLE, M. C.: *Mapa Geológico 1:200.000 de la provincia de Salamanca*. I.G.M.E., Madrid (1967).
- RANCHIN, G.: *La géochimie de l'uranium et la différenciation granitique dans la province uranifère du Nord-Limousin*. "Thèse", Nancy, 483 (1970).
- RENARD, J. P.: *Etude pétrographique et géochimique du Massif granitique uranifère de Mortagne-sur-Sèvre (Vendée France)*. "Sciences de la Terre", Nancy, t. XIV, 1, 63-102 (1969).
- SAAVEDRA, J. y GARCÍA SÁNCHEZ, A.: *Estudio geoquímico de algunos granitos de la provincia de Salamanca*. "Bol. Geol. Min." (en prensa) (1973).
- SAAVEDRA, J.; LA ROCHE, H. DE, et LETERRIER, J.: *Essai de typologie géochimique des granites à deux micas des Vosges moyennes*. "Bull. Serv. Carta géol. Als. Lorr.", Strasbourg (en prensa) (1973).
- SHCHERBINA, V. V.: *Criteria of the Degree of Acidity of the Phosphate Ion in Silicate Melts*. "Investigations of Natural and Artificial Mineral Formation", Nauka, Moscú (en ruso) (1968).

Recibido: Septiembre 1973.

Características del metamorfismo en el área Béjar-Plasencia (Salamanca-Cáceres).⁽¹⁾

Por J. M. UGIDOS MEANA (*)

RESUMEN

El metamorfismo en el área de estudio se caracteriza por ser de baja presión y posterior a las principales fases de deformación. Se pone de manifiesto un importante efecto de "telescoping" causado por la intrusión de granodioritas.

ABSTRACT

Metamorphism in studied zone is developed under low pressure conditions and mainly late tectonic with regard to most important folding phases. Study shows a noteworthy telescoping effect caused by granodiorite intrusion.

En una nota anterior (J. M. Ugidos y F. Martínez, 1973) se ha puesto de manifiesto la existencia de dos etapas metamórficas al E de Plasencia (Cáceres), constituyendo el presente trabajo una continuación que abarca una zona mucho más extensa y en la que son aplicables los resultados obtenidos en el primer estudio.

Dentro del área Béjar-Plasencia y adyacentes, se encuentra una variada gama de rocas migmatíticas cuya génesis guarda relación con dos momentos metamórficos por referencia a las fases principales de deformación, cuyas características se han señalado ya parcialmente en la citada nota.

La ampliación de la zona de estudio ha revelado la existencia de rocas migmatíticas en relación con el metamorfismo prefase II y que la mayor parte de las migmatitas pertenecen a una etapa metamórfica posterior.

Los principales tipos migmatíticos en relación con el primer metamorfismo son los siguientes:

a) Migmatitas de tipo estromático (stromatic structure) cuyo bandeo semeja inyecciones "lit par

(1) Trabajo presentado a la II reunión sobre geología del SO.

(*) Departamento de Petrología, Facultad de Ciencias de Salamanca.

lit" de movilizado pegmatoide concordante con los planos de esquistosidad del paleosome.



Figura 1
Estructura "pinch and swell".

Si se trata de un fenómeno de inyección o simplemente de un caso de diferenciación metamórfica que ha producido la exudación de material cuarzo-feldespático no ha podido ser resuelto debido en parte a las malas condiciones de observación.

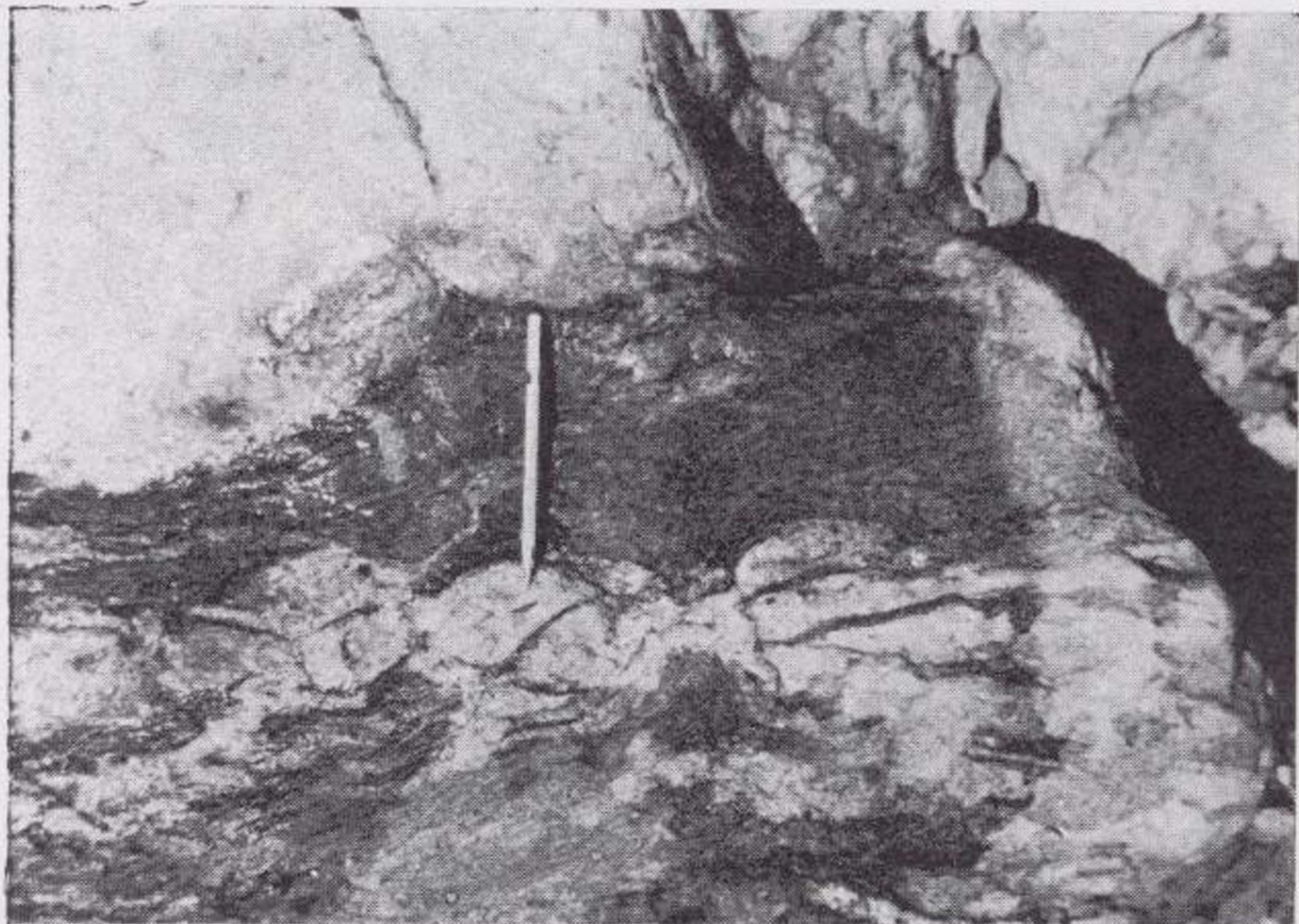


Figura 1

Estructura "pinch and swell".

b) Estructuras "pinch and swell" (fig. 1), semejantes a las estudiadas por Ramberg (Ramberg, 1956, in Mehnert, 1968). La presencia de este tipo estructural junto con el hecho de que en muchos casos las estructuras estromáticas están interpenetradas por movilizadas posteriores permite deducir dos momentos en la formación de los mismos.

El primero en conexión con un metamorfismo pre fase II durante el cual se produjeron las rocas de tipo micacítico y el segundo que alcanzó su máxima intensidad posteriormente a la citada fase, con gran actividad migmatítico-anatética, actualmente observable como acontecimiento predominante.

c) Estructuras plegadas (folded structure) (figura 2), en las que leuco y melanosome son concor-

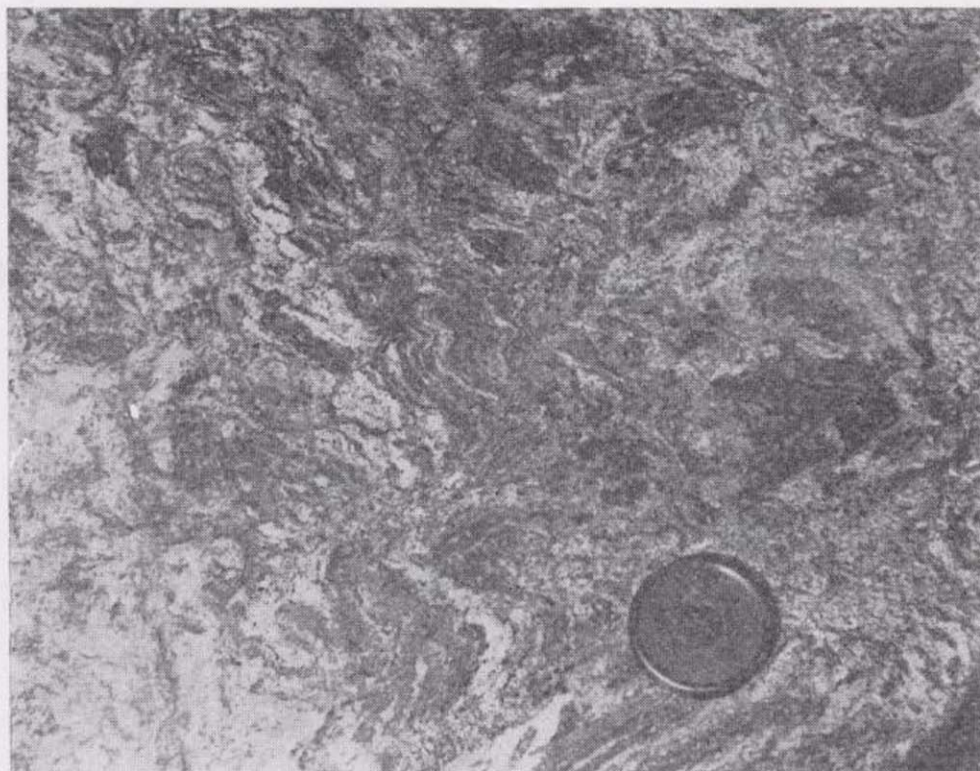


Figura 3

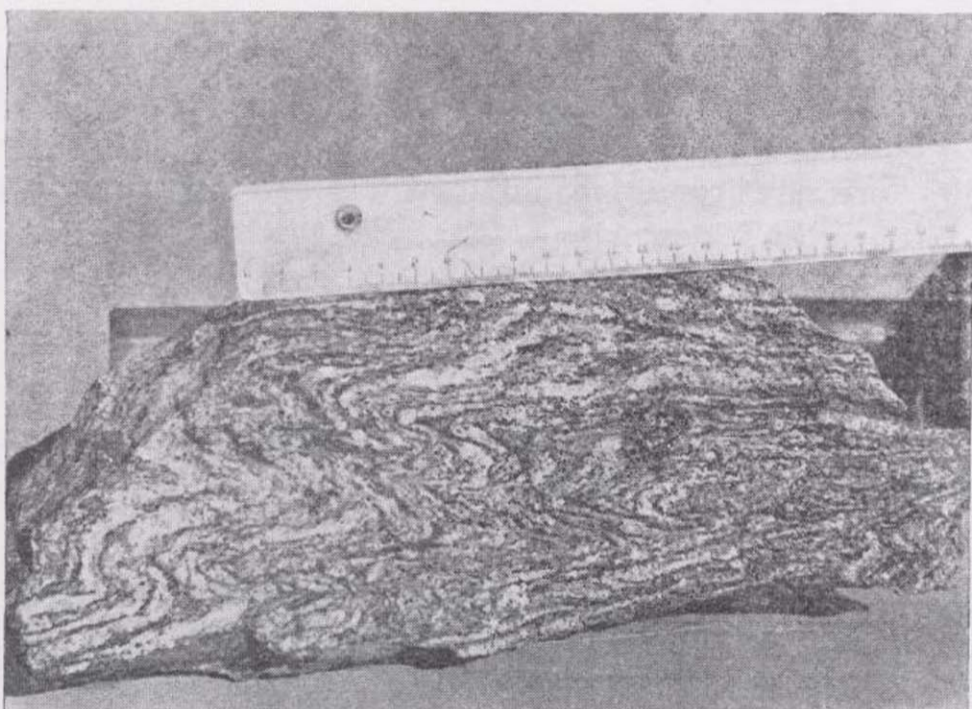


Figura 2

Estructura plegada.



Figura 4

dantes y se encuentran afectados por una fase de deformación.

Estos grupos de migmatitas tiene una representación poco abundante y su presencia está limitada a zonas de petrología micacítica que no guardan relación directa con fenómenos anatéticos, al menos en los niveles observados.

Se encuentran también formando parte de estructuras residuales de migmatitas producidas posteriormente.

Las migmatitas en relación con acontecimientos metamórficos tardíos responden básicamente a los siguientes tipos:

- a) Migmatitas tipo flebitas (phlebitic structure).
- b) Migmatitas tipo schlieren (schlieren structure).

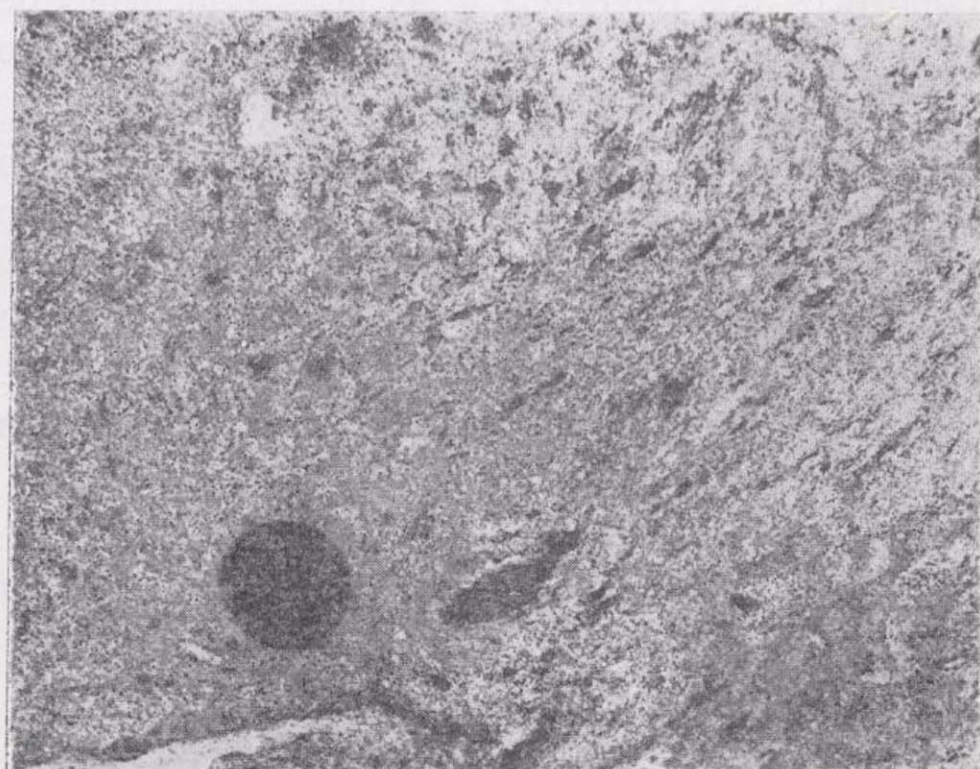


Figura 5

b) Estructuras "pinch and swell" (fig. 1), semejantes a las estudiadas por Ramberg (Ramberg, 1956, in Mehnert, 1968). La presencia de este tipo estructural junto con el hecho de que en muchos casos las estructuras estromáticas están interpenetradas por movilizadas posteriores permite deducir dos momentos en la formación de los mismos.

El primero en conexión con un metamorfismo pre fase II durante el cual se produjeron las rocas de tipo micacítico y el segundo que alcanzó su máxima intensidad posteriormente a la citada fase, con gran actividad migmatítico-anatética, actualmente observable como acontecimiento predominante.

c) Estructuras plegadas (folded structure) (figura 2), en las que leuco y melanosome son concor-



Figura 2

Estructura plegada.

dantes y se encuentran afectados por una fase de deformación.

Estos grupos de migmatitas tiene una representación poco abundante y su presencia está limitada a zonas de petrología micacítica que no guardan relación directa con fenómenos anatéticos, al menos en los niveles observados.

Se encuentran también formando parte de estructuras residuales de migmatitas producidas posteriormente.

Las migmatitas en relación con acontecimientos metamórficos tardíos responden básicamente a los siguientes tipos:

- a) Migmatitas tipo flebitas (phlebitic structure).
- b) Migmatitas tipo schlieren (schlieren structure).

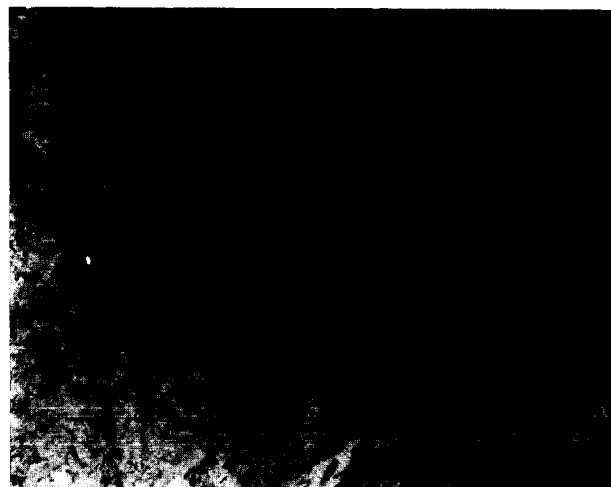


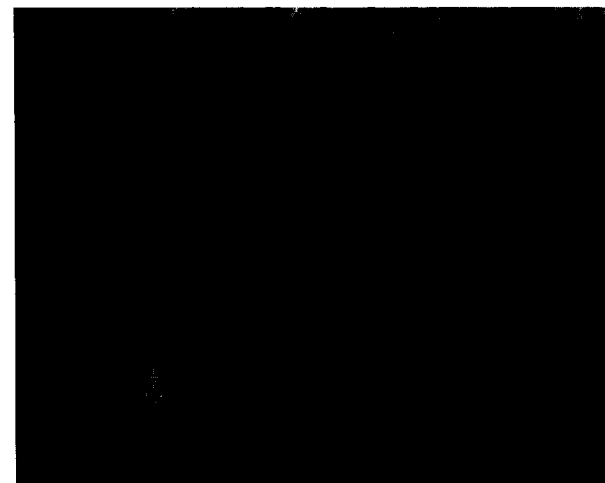
Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figuras 3, 4, 5 y 6

Rocas migmatíticas en distintos grados de evolución.

c) Nebulitas (nebulitic structure).

Entre los que se dan todos los casos intermedios de transición gradual (figs. 3, 4, 5 y 6).

Dado que se han señalado ya las principales características estructurales y relación con las deformaciones de paleo y neosome (J. M. Ugidos, F. Martínez, op. cit.), se expondrán aquí otros aspectos petrográficos y mineralógicos.

El límite de los procesos anatéticos produce un tipo de roca homogénea de carácter isótropo y constituida mineralógicamente por los mismos componentes del neosome, siendo, a veces observables microscópicamente palimpsestos de rocas anteriores.

Se trata de granodioritas cordieríticas semejantes a las citadas por Fabries (1963) y Bard (1969), que en las áreas de Béjar-Barco de Avila y E de Plasencia se encuentran asociadas a rocas migmatíticas revelándose así su carácter autoctono.

Asociadas a las anteriores granodioritas existen, si bien se encuentran sólo en puntos muy localizados, cornubianitas mineralógicamente equivalentes (asociación biotita-sillimanita-cordierita-feldespatopotásico) a las primeras de las que se diferencian en los siguientes aspectos:

— Abundancia de sillimanita en prismas de hasta 2 cm. de longitud y 2-3 mm de sección, ausentes en las granodioritas donde este mineral tiene carácter residual y dimensiones más reducidas.

— Cordieritas con maclas concéntricas tipo "star shaped" de Venkatesh (1954), hábito anhe-

dral y textura poiquiblastica. Las cordieritas de las rocas anatéticas, por el contrario, no están macladas o en todo caso la macla es cíclica, presentando además hábito de tendencia euédral, llegando a ser totalmente idiomórficas.

— Textura granoblastica y poiquiblastica de las cornubianitas frente a la textura hipidiomórfica granular de las granodioritas.

Siendo el resto de la mineralogía igual en los dos casos, las diferencias son puramente cuantitativas y texturales. Ambos tipos de rocas deben haberse formado bajo parecidas condiciones térmicas, si bien en el caso de las granodioritas se llegó a valores superiores, con producción anatética.

MINERALOGIA

Se considerarán los aspectos mineralógicos más interesantes de las migmatitas post fase II y granodioritas cordieríticas.

Sillimanita.

Pueden distinguirse varias formas de presentarse este mineral:

— Sillimanita I, se trata de un tipo de fibrolita que no se encuentra asociado a la transformación de la biotita. Siempre en relación con la esquistosidad S_1 , bajo la forma de finísimas agujas cuyo conjunto tiene forma nodulosa.

— Sillimanita II, en forma de prismas de desarrollo variable que se disponen epitaxialmente en láminas de biotita, que no muestra al igual que en el caso anterior señales de transformación. En las secciones (001) es especialmente observable la citada relación.

— Sillimanita III, netamente asociada a los productos de transformación de la biotita, con producción de minerales opacos que se disponen en la dirección principal de crecimiento de la sillimanita. Está representada por prismas y agujas de tamaño variable.

— Sillimanita IV, todas las sillimanitas anteriores están generalmente en formas de agregados con una dirección preferente de crecimiento y afectadas por la crenulación S_2 . La sillimanita IV constituye el único caso en el que el citado mineral se presenta bajo la forma de prismas individualizados de distribución irregular y tamaños de hasta varios milímetros.

Solo es frecuente en las cornubianitas minera-



Figuras 3, 4, 5 y 6

Rocas migmatíticas en distintos grados de evolución.

lógicamente equivalentes a los movilizados anatécnicos, junto con otros tipos de sillimanitas. En las rocas anatécnicas no se encuentra más que con carácter residual.

Todos los tipos sillimaníticos, con excepción de la IV, se han desarrollado aparentemente con anterioridad a la fase II, si bien es difícil situar el momento con respecto a la fase I, no pudiendo precisarse si toda la sillimanita o parte de la misma es sin fase I o tardía con relación a la misma.

En cualquier caso, parece claro que durante los fenómenos metamórficos previos a la fase II se ha llegado a condiciones de presión y temperatura que han permitido la formación del citado mineral y estas condiciones han continuado posteriormente con un mayor valor de T, resultando tipos petrográficos con sillimanita IV y movilizados anatécnicos en los que parte de ésta ha permanecido estable.

Gran parte de la sillimanita tiene su origen en la transformación de la biotita, tal como demuestra la relación entre la decoloración de este mineral y la aparición de la primera asociada a óxidos metálicos. Asimismo, cuando la transformación es total o está muy avanzada, pueden observarse granos de circón entre la masa sillimanítica, semejantes a los incluidos en la biotita.

Sin embargo éste no es el caso de las sillimanitas I y II, cuyo origen debe de estar en la transformación de otro polimorfo alumínico, la andalucita, cuyo incipiente paso a fibrolita se daba ya en la zona de las micacitas.

El desarrollo de sillimanita en láminas de biotita no es en estos casos debido al "breakdown" de este mineral, sino que la primera se forma métricamente a partir de fluidos ricos en alúmina.

En este sentido resultan muy interesantes los trabajos de Chinner (1961, 1966) acerca del problema del par biotita-sillimanita. De los análisis de biotitas con y sin sillimanita dispuestas en relación semejante a la considerada más arriba, deduce el citado autor que no hay variación significativa en los porcentajes químicos y que por lo tanto la aparente decoloración de la biotita y su aspecto microscópico de mineral que se está desfleando en sillimanita no es resultado de la pérdida de Fe, Mg y K, sino que es debido a un enmascaramiento de su coloración por los prismas de sillimanita que se disponen en las secciones basales.

Chinner (op. cit.) señala que esta solución implica la presencia de polimorfos alumínicos pre-

vios. Es importante a este respecto destacar que al E de Plasencia la zona de la andalucita tiene una anchura muy restringida y que la presencia de la fibrolita coincide con su desaparición.

Todos los tipos sillimaníticos pueden estar incluidos en cordierita, cuarzo, plagioclasas, turmalina, biotita y feldespato potásico.

Plagioclasas.

En general de hábito subhedral, están corroídas por la cristalización posterior de cuarzo. Presentan un zonado difuso directo que varía del 25 por 100 An en el interior al 20 por 100 An en las zonas marginales. A modo de corona más externa se presenta en algunas ocasiones un contenido en An del 5 por 100. Estos valores corresponden al caso de las granodioritas cordieríticas, mientras que en las rocas de tipo migmatítico menos evolucionado son más frecuentes las plagioclasas con valores del 18 por 100 An al 10 por 100 también según zonado difuso.

Como inclusiones presenta circón, sillimanita, biotita y cuarzo.

Biotita.

Dos clases de biotita integran las migmatitas y tienen distinto valor cuantitativo según el grado de evolución de las mismas. En las migmatitas de tipo flebítico y schlieren predomina porcentualmente la biotita correspondiente al paleosome y sus características son las mismas que las señaladas para las micacitas. En las nebulitas, por el contrario, este tipo de biotita tiene carácter palimpséstico y es mucho más abundante la biotita producida con el neosome. En la primera es muy frecuente la asociación a sillimanita, definiendo en conjunto una esquistosidad residual afectada por la crenulación. El segundo tipo, por el contrario, no se encuentra deformado ni asociado a sillimanita.

Feldespato potásico.

Componente mineralógico poco abundante, si bien su presencia unida a la desaparición de la moscovita permite establecer la isograda moscovita (-) y la entrada en el dominio migmatítico. Es paragenéticamente tardío y se dispone entre los otros minerales.

Cuarzo.

Como mineral integrante del neosome se presenta bajo dos formas más frecuentes. Incluido en

plagioclasas y cordierita en granos subredondeados y mayoritariamente en cristales irregulares con extinción ondulante e interdentados entre sí.

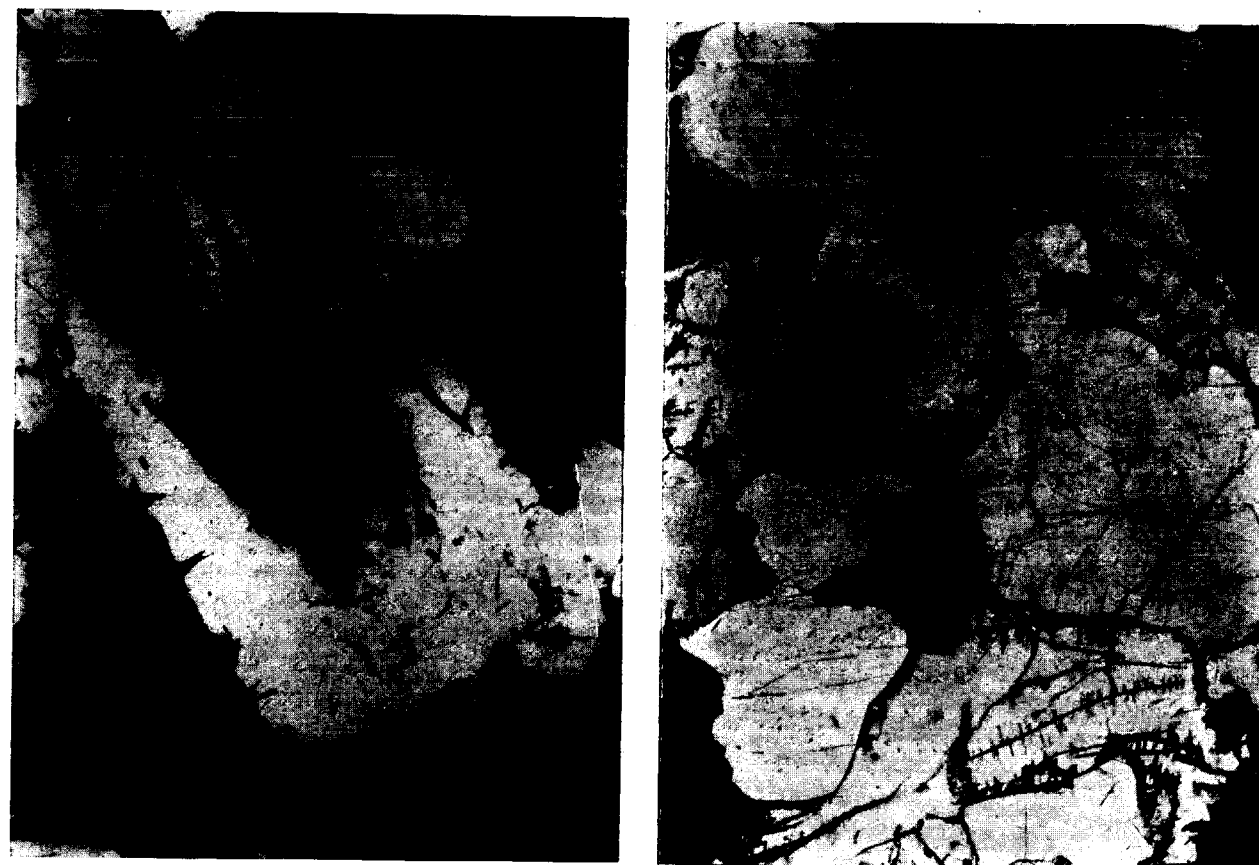
Cordierita.

Es muy abundante y está presente en todos los tipos de rocas migmatíticas. Posterior, al igual que todos los componentes del neosome a los momen-

En las zonas de borde de los granitos biotíticos puede llegar a alcanzar tamaños de hasta 3 cm. de longitud por 1,5 cm. de sección transversal.

— En formas irregulares (fig. 8), de tamaños variables que se disponen intersticialmente entre los otros minerales, especialmente el cuarzo, con el que llega a formar masas globulosas de hasta 10 cm., si bien estos tamaños son excepcionales.

Incolora en lámina delgada, en granos tiene un



Figuras 7 y 8

Tipos de cordieritas en el neosome de las migmatitas.
×40, N. C.

tos de deformación, forma parte de los movilizados anatécnicos en proporciones variables.

Las formas más frecuentes de presentarse son las siguientes:

— En prismas idiomórficos (fig. 7), especialmente en las migmatitas de tipo nebulítico y rocas afines en las que no quedan restos de estructuras anteriores observables macroscópicamente, como son las granodioritas cordieríticas.

color gris azulado cuando se encuentra sin alterar. Nunca o muy raramente maclada.

Como inclusiones puede presentar:

— Cuarzo: generalmente de contorno subredondeado.

— Sillimanita: pueden figurar todos los tipos considerados anteriormente.

— Biotita: a) Del mismo tipo que la biotita que define la esquistosidad de flujo. Tiene carácter pa-



Figuras 7 y 8

Tipos de cordieritas en el neosome de las migmatitas.
×40. N. C.

limpéstico y es frecuente con fibrolita asociada.

b) En pequeñas láminas de tendencia euhedral-subhedral.

— Circón: en pequeños granos subredondeados.

La cordierita es, paragenéticamente, de los últimos minerales en formarse, no estando incluido en ninguno de los otros componentes mineralógicos del neosome.

CONDICIONES DEL METAMORFISMO: DISCUSION

Son de considerar distintas etapas durante el desarrollo de las condiciones metamórficas.

En primer lugar, respecto al metamorfismo pre fase II, lo único que puede decirse es que se ha llegado a la isograda de la andalucita y que posibles asociaciones metamórficas de grado más elevado han sido afectadas por la segunda etapa metamórfica, de sin a post fase II.

Las asociaciones metamórficas actualmente determinables son tardías respecto a las principales fases de deformación y varios factores hacen que sólo de un modo aproximado puedan deducirse las condiciones bajo las cuales se han producido.

El primer aspecto a considerar es el de la relación entre la presión total (P_t), presión de fluidos (P_f) y en particular de agua (P_{H_2O}), en el ámbito en el que se produce el metamorfismo.

Si bien se considera, en general, que durante el metamorfismo creciente $P_t = P_f = P_{H_2O}$, para condiciones de temperatura relativamente bajas, no ocurre lo mismo cuando tienen lugar fenómenos anatéticos en condiciones de baja presión, ya que en estas circunstancias en la P_t intervienen otros fluidos además del agua, por lo que la presión parcial de su vapor será inferior a la P_f aunque ésta pueda ser igual a P_t .

En condiciones de temperatura elevada tiene lugar, por otra parte, una migración de agua a zonas de menor energía libre a medida que aumenta la temperatura, por lo que cuando se llega a condiciones anatéticas, éstas tienen lugar según una P_{H_2O} inferior a P_t .

En las áreas que aquí se consideran concurre otra circunstancia y es que el segundo metamorfismo está impuesto sobre una área previamente metamorfizada, con lo que el contenido final en agua será muy inferior al existente antes de los metamorfismos y en consecuencia su presión parcial muy inferior a la presión total.

En este sentido se manifiestan las opiniones de Luth (1969), Hall (1971) y otros autores que como Burham (1967), Fyfe (1970) y Wyllie (1971), admiten como límite de contenido en agua de un área metamórfica del 1 al 2 por 100 como "pore fluid", considerando que se trata de una estimación generosa. Korzhinskii (in Wyllie, 1971) opina que si bien durante el metamorfismo regional $P_t = P_f$, no cree que P_{H_2O} alcance valores superiores a 1,5 Kb. en la corteza terrestre.

Al sobrevenir la segunda etapa metamórfica, por lo tanto, la cantidad de agua que podrá intervenir en los procesos petrogenéticos estará representada por la "pore fluid" y la contenida en minerales hidratados como biotita y moscovita. Es decir, que tanto nebulitas como granodioritas cordieríticas se han formado en condiciones deficitarias en agua y de P_{H_2O} inferior a P_t .

En estas circunstancias, establecer los valores de P-T en función de curvas experimentales hace necesario tener en cuenta el planteamiento antes considerado y utilizar, en consecuencia gráficas que han sido obtenidas para casos de P_{H_2O} inferior,

Desconociendo el valor real de P_{H_2O} , sólo se puede intentar establecer unas condiciones aproximadas de P-T, a partir de una P_{H_2O} dada.

Las curvas moscovita+cuarzo=feldespato potásico+ Al_2SiO_5 y la curva de fusión mínima de granitos toman entonces otras formas según expresan Wyllie (1971) y Touret (1971), a partir de datos experimentales y consideraciones termodinámicas.

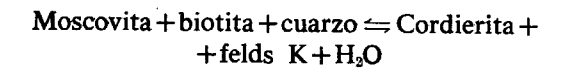
Aceptando el equilibrio de Richardson, Gilbert y Bell (1968), para silicatos aluminicos y teniendo en cuenta que en el metamorfismo post fase II se ha llegado a la asociación feldespato potásico-sillimanita-biotita-cordierita en cornubianitas, las condiciones mínimas no anatéticas son de unos 680° C a una P_t de 3,5 Kb aproximadamente y ligeramente superiores para el comienzo de fenómenos anatéticos, suponiendo una P_{H_2O} de 2 Kb (ver fig. 9).

Para P_{H_2O} de 3 Kb se obtienen unos valores de T inferiores y crecientes para P_t .

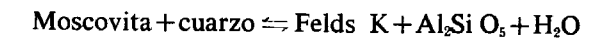
El hecho de que no aparezca granate siendo la cordierita muy abundante, no permite establecer una acotación superior, pues la presencia del mismo viene condicionada en gran medida por la relación $Fe^{+2}/Fe^{+3}+Mg$ y esta relación en la roca total es muy baja (tabla I), con lo cual la cordierita puede existir sin granate en intervalos muy amplios de P-T según se deduce de los diagramas experimentales de Currie (1971) y del estudio de Dallmeyer (1972).

Aun suponiendo que la cordierita proviene de una mineralogía anterior, con granate, desarrollada bajo otras condiciones de metamorfismo y que no se ha dado efecto de matriz por parte de otros minerales como la biotita, la relación anteriormente

según la reacción:



Posteriormente, el mismo autor (1970) establece valores muy próximos, con ligera variación en función de la relación Ca/Na y K/Na, combinando la anterior reacción con:



$$650^\circ \quad P=3 \text{ Kb}$$

$$680^\circ \quad P=4 \text{ Kb}$$

Estas reacciones, que probablemente han tenido lugar en la zona estudiada, presentan la limitación de estar obtenidas en condiciones de exceso de H_2O y, por lo tanto, no son totalmente aplicables, ya que en defecto de agua pueden producirse a más bajas temperaturas y campos de presión muy variables, con lo cual no permiten tampoco establecer un campo definido de presión y temperatura (v. figura 9).

En consecuencia y admitidos unos valores de P_{H_2O} entre 2 y 3 Kb, las condiciones más próximas bajo las que se debió de desarrollar el metamorfismo y anatexia asociada oscilan entre 3,5 Kb a 4 Kb de P_t y unos 700° C como mínimo, según se deduce de las gráficas de la figura 9.

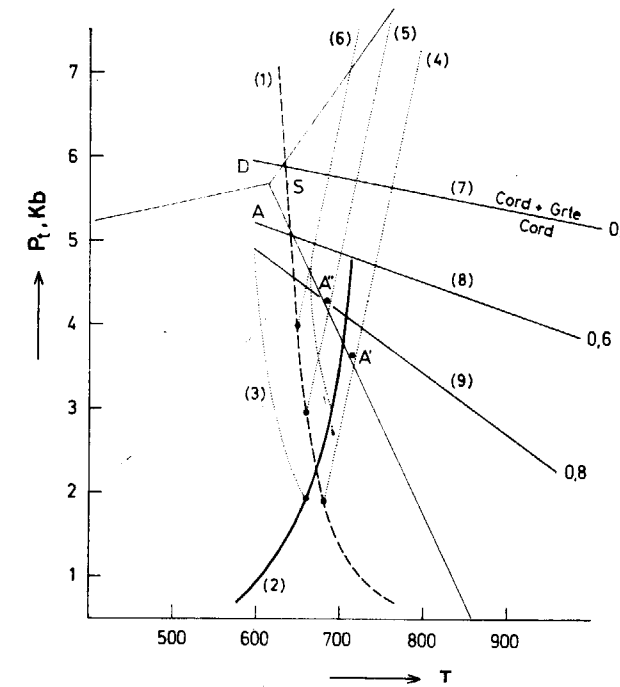


Figura 9

(1) Curva de fusión mínima del granito (Tuttle-Bowen, 1958). (2) Mosc. + Q = Feld. K + Al_2SiO_5 (Winkler, 1967). (3) Id. para $P_{H_2O}=2$ Kb. (4) (5) y (6) Fusión mínima del granito para $P_{H_2O}=2,3$, y 4 Kb. Basadas en Robertson y Wyllie (1971), Wyllie (1971) y Touret (1971). (7) (8) y (9) Equilibrio cordierita-granate para la relación $Fe^{+2}/Fe^{+3}+Mg$ señalada. Basado en Currie (1971). Equilibrio And-Sill-Dist de Richardson et al. (1968). A' y A'' condiciones mínimas de la asociación sill-feld K-biot-cord, no anatéticas para las condiciones (4) y (5).

te citada es de 0,6 para las cordieritas, lo cual significa que es estable hasta unas condiciones de 4,5 Kb a 700° C y 4 Kb a 800° C (Currie, op. cit.). Dada la ausencia de restos de granates anteriores a las cordieritas, la presencia de este mineral no puede ser utilizada por sí sola como dato para definir las condiciones de P-T.

Winkler (1967) señala como condiciones necesarias para llegar a la asociación sillimanita-feldespato potásico-biotita-cordierita, los siguientes valores de P-T para una $P_t = P_{H_2O}$:

$$630^\circ \pm 10^\circ \quad P=2 \text{ Kb}$$

$$690^\circ \pm 10^\circ \quad P=4 \text{ Kb}$$

TABLA I

Valores de la relación $Fe^{+2}/Fe^{+3}+Mg$

		Cordieritas					
N.º	B-11	B-15	M-52	M-54	P-1	PC-28	
	0,606	0,612	0,656	0,543	0,625	0,650	
		Biotitas					
N.º	B-11	B-15	M-52	M-54	PC-28	M-19	M-48
	0,557	0,519	0,654	0,584	0,588	0,550	0,563
		Roca total					
N.º	B-11	B-15	M-52	M-54	PC-28	M-19	M-48
	0,351	0,485	0,418	0,394	0,362	0,428	0,483

CONCLUSIONES.

Del estudio de todo el dominio metamórfico pueden deducirse los siguientes aspectos:

a) El metamorfismo, considerado en su con-

junto, tiene dos etapas de paroxismo térmico, pre y post fase II, siendo en esta última donde las condiciones térmicas han sido más elevadas, a juzgar por el desarrollo petrológico que ha tenido lugar posteriormente a la misma.

b) Asimismo se han producido dos momentos de migmatización de importancia también diferente, tal como revela la existencia de dos clases de migmatitas, en relación con las principales fases de deformación.

c) Toda o, al menos, la mayor parte de la petrología migmatítica y productos anatéticos está muy relacionada, espacialmente, con la intrusión de los granitos biotíticos, y en ambos casos los acontecimientos son tardíos respecto a la II fase.

d) La pequeña extensión de la zona metamórfica producida durante los principales momentos dinámicos, así como el carácter sobrepuesto de la migmatización principal sugieren, junto con el hecho de que el grado de evolución anatética sea mayor en las proximidades de las granodioritas biotíticas (Ugidos, J. M., 1973), que éstas han sido el foco térmico que ha causado la citada migmatización, pudiendo hablarse en este sentido de un fenómeno de "telescoping" producido por los mismos.

Si durante el primer estadio metamórfico se ha llegado a asociaciones mineralógicas o a la formación de zonas diferentes a las actualmente observables, es un dato que no ha podido ser resuelto, ya que no quedan más residuos que la sillimanita pre fase II. Por lo tanto, en la etapa sindinámica únicamente puede establecerse con seguridad la existencia de las siguientes isogradas: biotita, andalucita, y sillimanita, si bien no es posible realizar el trazado cartográfico de esta última, ya que ha sido desplazada a otra situación como consecuencia del fenómeno de "telescoping" y la sillimanita pre fase II tiene carácter de palimpsesto.

A modo de consideración final, debe señalarse que no se propone la existencia de dos metamorfismos hercénicos en el área de Béjar-Plasencia, sino que el efecto de "telescoping" provoca un desfase espacio-temporal en el nivel estructural que se observa respecto al proceso inicial continuo del metamorfismo.

Es decir que el ascenso relativamente rápido del foco térmico sobrepasa en el tiempo el desarrollo de las isogradas, desplazando su posición espacial primera, que aparece como residual en los productos metamórficos finales.

Con toda probabilidad, por lo tanto, deben existir granitos de pre a sin fase II enraizados en niveles más profundos que los aquí considerados, los cuales han podido ser removilizados durante el efecto de "telescoping", que es causante también de las granodioritas cordieríticas y productos anatéticos asociados que rompen, aparentemente con la petrología metamórfica temprana.

BIBLIOGRAFIA

- BARD, J. P.: *Le métamorphisme régional progressif de la Sierra d'Aracena (Andalousie occidentale)*. "Thèse, Montpellier" (1969).
- BURHAM, C. W.: *Hydrothermal fluids at the magmatic stage*. "In Geochemistry of Hydrothermal ore deposits". Ed. by Hubert Lloyd Barnes (1967).
- CHINNER, G. A.: *The origin of sillimanite in Glen Clova, Angus*, "J. of Petr.", 2, 312 (1961).
- CHINNER, G. A.: *The significance of the aluminium silicates in metamorphism*. "Earth Sc. Rev." 2, núm. 2, 111-127 (1966).
- CURRIE, K. L.: *The reaction 3 Cordierite = 2 Garnet + 4 sillimanite + 5 quartz, as a Geological Thermometer in the Opinicon Lake Region, Ontario*. "Contr. Miner. Petr.", 33, 215-226 (1971).
- DALLMEYER, R. D.: *Compositional Controls on Cordierite-Bearing Assemblages in High-Grade Regional Metamorphism*. "Int. Geol. Cong. Montreal, Sect.", 2, 52-63 (1972).
- FABRIES, J.: *Les formations cristallines et métamorphiques du Nord Est de la province de Seville (Espagne)*. "Thèse. Nancy" (1963).
- FYFE, W. S.: *Some thoughts on granitic magmas*. "In Mechanism of Igneous Intrusion". Newall and Rast Ed. Press. Liverpool (1970).
- HALL, A.: *The relationship between Geothermal Gradient and the composition of granitic magmas in Orogenic belts*. "Contr. Min. Petr.", 32, núm. 2 186-193 (1971).
- LUTH, W. C.: *The system NaAlSi₃O₈, SiO₂ and KAlSi₃O₈-SiO₂ to 20 Kb. and the relationship between H₂O content, P_{H₂O} and P_{total} in granitic magmas*. "Am. J. Sc.", 267-A, Schairer Vol. 325-342 (1969).
- MEHNERT, K. R.: *Migmatites and the origin of granitic rocks*. "Elsevier Pub. Company". Amsterdam (1968).
- RICHARDSON, S. W.; BELL, P. M., and GILBERT, M. C.: *Kyanite-Sillimanite equilibrium between 700° and 1.500°C*. "Am. J. Sc.", 266, 513-541 (1968).
- TOURET, J.: *Granulite facies in southern Norway. I, the mineralogical associations*. "Lithos", 4, núm. 3, 239-251 (1971).
- UGIDOS, J. M.; MARTÍNEZ, F.: *El metamorfismo al E de Plasencia (Cáceres)*. "Studia Geológica", VI, 65-71 (1973).
- UGIDOS, J. M.: *Estudio petrológico del área Béjar-Plasencia (Salamanca-Cáceres)*. Tesis, Salamanca (1973).
- VENKATESH, V.: *Twinning in cordierite*. "Am. Min.", 39, núm. 7-8, 636-647 (1954).
- WINKLER, H. G. F.: *Petrogenesis of metamorphic rocks*. "Sec. Ed. Springer-Verlag", Berlín (1967).
- WINKLER, H. G. F.: *Abolition of metamorphic facies, introduction of the four divisions of metamorphic stage, and of a classification based on isograds in common rocks*. "Neues Jahr. für Min.", H. 5, 189-248 (1970).
- WYLLIE, P. J.: *The Dynamic Earth*. "John Wiley and Sons", New York, London (1971).

Recibido: Septiembre de 1973.

INFORMACION

Ciclo de Conferencias sobre las actividades del Instituto Geológico y Minero de España en el III Plan de Desarrollo Económico y Social

El Instituto Geológico y Minero de España ha organizado un ciclo de conferencias sobre sus actividades en el III Plan de Desarrollo Económico y Social que se ha desarrollado con gran brillantez—entre los días 29 de noviembre y 6 de diciembre del pasado año—en el salón de actos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Minas de Madrid, según el siguiente programa:

Día 29 de noviembre de 1973, jueves, 19,30 horas: "Estado actual y desarrollo del Programa Nacional de Investigación Minera", por don Antonio Quesada García, jefe de la División de Investigación Minera del IGME.

Día 30 de noviembre de 1973, viernes, 19,30 horas: "Programación, control y archivo de documentación del Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000 por don Ramón Rey y Jorissen, jefe del Departamento de Cartografía del IGME.

Día 5 de diciembre de 1973, miércoles, 19,30 horas: "El Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas", por don Juan Enrique Coma Guillén, Jefe de la División de Aguas Subterráneas del IGME.

Día 6 de diciembre de 1973, jueves, 19,30 horas: "Realizaciones y actuaciones futuras del programa sectorial de investigación geotécnica", por don Mariano Echevarría Caballero, jefe de la División de Geotecnia del IGME.

La inauguración de dicho ciclo—el pasado 29 de noviembre de 1973—estuvo a cargo del Subsecretario del Ministerio de Industria, señor Benzo Mestre, interviniendo también el Director General de Minas señor Morales Abad.

El acto de clausura, que, asimismo, revistió gran brillantez estuvo presidido por el Director General de Minas. En dicho acto también intervino el Sr. Izaguirre Rimmel, Director del Instituto Geológico y Minero de España.

A continuación insertamos las palabras del subsecretario de Industria, del director general de Minas y del director del Instituto Geológico y Minero, así como las conferencias de los Sres. Rey Jorissen y Coma Guillén.

INTERVENCION DEL SUBSECRETARIO DE INDUSTRIA

Señoras y señores:

Me complace extraordinariamente presidir la inauguración de este ciclo de conferencias sobre el Programa Nacional de Investigaciones Mineras.

El marco—esta Escuela de Ingenieros de Minas—, el tema y el momento no pueden ser más adecuados.

Como se viene repitiendo insistentemente, el mundo se viene planteando con carácter de extrema urgencia el problema del suministro de materias primas. Salvo excepciones, los países más desarrollados industrialmente son fuertemente deficitarios en algunas sustancias, deficitarios en casi todas y de muy pocas son excedentarios. La preocupación de los Gobiernos es lógica y tratan de asegurarse la regularidad de los suministros mediante el fomento y desarrollo de sus propios recursos y la toma de posiciones en países más dotados por la naturaleza en sustancias minerales.

España no es una excepción y la problemática que esto plantea ya ha sido manifestada por nuestro Gobierno.

El Presidente del Gobierno, en el discurso que pronunció en el Pleno de las Cortes Españolas, el pasado 20 de julio, reconoció que no conocemos debidamente las posibilidades que ofrece nuestro propio subsuelo; que en algunos casos no explotamos nuestros yacimientos de la forma más adecuada, o no tratamos con las mejores técnicas los minerales que de ellos extraemos; y en otros, por último, la ausencia de recursos propios nos obliga a adquirirlos del exterior. Todo ello exige, en palabras suyas, establecer programas a largo plazo, que en vista de las prioridades dadas por la demanda futura de minerales, señalen caminos a la investigación completa de nuestros recursos mineros, a la ordenación de explotaciones, a la

adecuada preparación comercial de los minerales y a una política de adquisiciones y participaciones en el exterior que complementen, cuantitativa y cualitativamente, nuestras producciones.

Las directrices de nuestra política de desarrollo de la industria minera quedan claramente marcadas y en esa línea actúa el Ministerio de Industria; primero, mediante la intensificación de las exploraciones mineras, en busca de nuevas reservas o de un mejor conocimiento de las existentes; segundo, tratando de mejorar las técnicas de extracción, de forma que aumente el rendimiento de los yacimientos en explotación y pueda iniciarse la de otros; en tercer lugar, fomentando la investigación de las técnicas de tratamiento de minerales de baja ley o de alto contenido en impurezas; y, por último, con la recuperación de los metales contenidos en los residuos sólidos, sin olvidar el establecimiento de planes para nuestra participación en el exterior, de forma que sirvan de complemento de nuestras propias posibilidades.

Estas directrices quedaron igualmente subrayadas en la intervención del Ministro de Industria ante el Pleno de las Cortes con motivo de la presentación del Proyecto de Ley de Minas, quien insistió en dos ideas fundamentales: primera, que es preciso llegar a un conocimiento detallado y profundo de nuestros recursos mineros, para no desaprovechar ninguna oportunidad latente en el subsuelo; y segunda, que sólo hemos de explotar aquellos yacimientos que tengan una clara viabilidad económica admitiendo únicamente mínimas excepciones en atención a algunos problemas, con posibles e importantes consecuencias de orden social.

El esfuerzo que en materia de investigación minera estamos desarrollando en todos los frentes, está justificado no sólo por la necesidad de la seguridad de abastecimiento, sino por el convencimiento que tenemos de las posibilidades de nuestro subsuelo. El hecho de que nuestros yacimientos hayan venido explotándose desde hace muchísimos siglos, no debe conducirnos a posturas pesimistas, por el simple hecho de que el volumen de minerales sea finito, antes bien, ello es índice de la indudable riqueza de nuestro subsuelo, que siempre ha atraído las miradas de nuestros vecinos, que han practicado, desde épocas remotas, en nuestro país lo que hoy se anuncia como política general de los Gobiernos: la toma de posiciones en la minería exterior.

Es cierto que el valor bruto de la producción minera mundial es bajo en comparación con el producto bruto; se estima entre 3 y 3,5 por 100; en los países de la Comunidad Económica Europea oscila, según países, entre el 1 y el 2 por 100. El valor bruto del consumo de productos mineros en estos países va del 2,5 al 4 por 100. En España las cifras comparativas en 1970, ya que en 1971 se inició el Plan Nacional de la Minería, fueron del 1,27 por 100 y del 2,34 por 100, respectivamente. Aspiramos que para 1980 se alcancen los porcentajes del 2,4 por 100 para ambos índices.

En 1970 nuestra balanza comercial de minerales y metales arrojó un saldo negativo de 17.780 millones de pesetas, siendo 19 las sustancias con saldo favorable y 43 las de negativo.

Aspiramos a que, por lo menos, 31 sustancias arrojen saldo positivo, restando sólo 31 en la columna negativa. Con ello equilibraremos sensiblemente la balanza comercial.

Esta confianza está inspirada en la incuestionable realidad de los resultados obtenidos en el corto período de año y medio en que venimos desarrollando nuestros programas de trabajo y que ha dado lugar a una serie de proyectos ultimados y que han comenzado, o comenzarán, de manera inmediata la fase de ejecución, para alcanzar la plena producción durante el trienio 1976-1978, por lo que nos atrevemos a aventurar unos aumentos de producción, respecto a 1970 del 57 por 100 en plomo, del 58 por 100 en hierro, del 128 por 100 en cinc, del 210 por 100 en estaño y del 250 por 100 en cobre.

El aumento del valor bruto de la producción minera, con relación a 1970 es de 7.000 millones de pesetas.

Especial interés tienen la producción de fosfatos y caolines de primera calidad, donde partiendo prácticamente de cero pensamos no sólo autoabastecernos, sino ser exportadores.

La necesidad de la seguridad de abastecimiento de productos minerales y las fundadas esperanzas en el potencial minero que atesora nuestro subsuelo, ha hecho que pensáramos corregir los aspectos negativos que han impedido el desarrollo minero, a tenor de las anteriores premisas y marcando, a través del Plan Nacional de la Minería, las orientaciones que deben conducirnos al deseado aprovechamiento racional de todos nuestros recursos.

Así han quedado marcadas las directrices en materia de investigación geológica, seleccionando y definiendo nuestros esfuerzos en orden a criterios selectivos de necesidades y posibilidades.

Como factores negativos destacamos, entre otros; el minifundio minero, especulación derivada en muchos casos de la limitación de facultades para poder exigir el cumplimiento contraído en el otorgamiento de una autorización o concesión, escasa rentabilidad de los negocios mineros, inseguridad en los precios, así como las grandes inversiones a que obligan la mayoría de los establecimientos mineros.

Todo esto se ha tratado de paliar con la publicación de una nueva Ley de Minas, de espíritu liberal, que tiende a favorecer el desarrollo minero, contemplando los intereses del Estado, los de los empresarios y los de los consumidores, ya que el Estado asume, en la mayoría de los casos, la tarea de más riesgo y más onerosa, cual es la explotación, e incluso la investigación y otorgando derecho prioritario de explotación a las empresas investigadoras en caso de descubrimiento de un yacimiento de interés comercial.

Por otra parte, se fijan en la citada Ley ayudas y estímulos para hacer atractiva la inversión, así como la reconversión de minas.

Igualmente, la seguridad de la comercialización queda puesta de manifiesto en la Ley, dando carácter de prioridad al suministro a la industria básica nacional de nuestra producción autóctona, siempre, lógicamente, dentro de límites de competitividad internacional, tanto en precio como en calidad.

Por ello, creemos que la publicación de la nueva Ley y el desarrollo de la investigación por el Estado, no solamente en materia geológicominaera, sino en el enriquecimiento y comercialización de los minerales, han de ser, y así lo deseamos, factores que serán tenidos en cuenta por los empresarios a la hora de programar sus inversiones.

Por último, quisiera señalar que el camino emprendido es sólo el comienzo de una tarea que debe ser actualizada permanentemente y que la investigación no acabará dentro de este Plan de Desarrollo, sino que hemos de prepararnos para futuros Planes nacionales, a fin de que el estudio de nuestros recursos y posibilidades de utilización se actualicen en cada momento, según la evolución de la técnica y de la economía.

Y nada más. Tras estas palabras de apertura escuchemos ahora a quienes son autoridades y especialistas en la materia.

INTERVENCION DEL DIRECTOR GENERAL DE MINAS

Con la diligencia a que nos tiene acostumbrados nuestra Secretaría General Técnica, recibí días pasados los informes sobre los resultados de la encuesta de coyuntura industrial septiembre 1973 y sobre infrautilización de la capacidad productiva, tercer trimestre de 1973.

Los datos de dichos informes, cada día más fiables, reflejan un panorama que, copiado textualmente, dice: "Las expectativas empresariales sobre la tendencia de la producción continúan siendo optimistas", asegurando más adelante que se mantienen en una cota estable y elevada.

Refiriéndose a la capacidad productiva, se pone de manifiesto que las expectativas empresariales sobre la utilización de la capacidad de producción del sector industrial (excluida la construcción), para el último trimestre de 1973, son ligeramente contractivas, pero siguen señalando niveles de utilización francamente elevados. Destacan, por su tono optimista, las agrupaciones de bienes de inversión y de intermedios.

Entre las causas que, a juicio de los empresarios, han contribuido a esta ligera contracción, señalan la influencia de la debilidad de la demanda interior y ha aumentado la influencia de las dificultades de abastecimiento de materias primas, dificultad de mano de obra, así como las reducciones de carácter excepcional.

En resumen, el panorama industrial español de estos últimos años, hemos de reconocer, que es francamente optimista, si contemplamos las expectativas sobre tendencia de la producción, cartera de pedidos y "stocks" de productos 30 por 100 por encima del nivel normal.

Ante este panorama, ciertamente optimista y esperanzador de la industria, nos encontramos con unas expectativas sobre la tendencia de la producción de la minería de auténtico estancamiento.

Cuando, casi sin excepción, los gráficos de carteras de pedidos acusan niveles de más del 20 por 100 por encima de lo normal, la minería presenta ininterrumpidamente niveles inferiores a los normales. Si la capacidad de utilización de la industria acusa niveles francamente elevados, los de la minería acusan una infrautilización del 38 por 100 en mineral de hierro y 42 por 100 en piritas, dando en conjunto para la minería el 15 por 100 y con provisiones nada esperanzadoras, señalando entre las causas que motivan esta baja utilización, debilidad de la demanda, dificultades de mano de obra y de financiación. ¿Cómo es posible conjugar la debilidad de la demanda de mineral de hierro, con las crecientes necesidades de la siderurgia? Problema, no cabe duda, de competitividad de precio y sobre todo de calidad. Aquí debemos poner el máximo acento de nuestra política. Hemos de estudiar exhaustivamente la depuración de nuestros minerales, con el empleo de las mejores técnicas. El esfuerzo de investigación en este campo ha de ser la clave de la potenciación de nuestros recursos. Pero para ello hemos de prepararnos. Los investigadores no se improvisan y como no tenemos, salvo excepciones, empresas mineras con el potencial humano ni con los beneficios, que permitirían dedicar parte de ellos a esta tarea, hemos de concluir que debe realizarse por el Estado, a través de sus centros o empresas de investigación, al mismo tiempo que arbitrar medidas fiscales que estimulen a los privados para actuar en este campo.

Si nos fijamos en algunas de las sustancias más significativas, nos encontramos que el mineral de hierro y según los datos que obran en nuestro poder, la media mensual de mineral vendible en 1971 fue de 637.000 toneladas, la media de 1972, 590.000 toneladas, y el promedio de los doce meses anteriores a octubre de 1973, arroja la cifra de 630.000 toneladas.

En plomo, la media de metal contenido en nuestros concentrados fue de 5.846 toneladas para 1971, 5.645 para 1972 y 5.404 para la media acumulada de los doce meses anteriores a octubre de 1973.

En cinc, las cifras equivalentes fueron de 7.295 toneladas, 7.527 y 7.984.

En espato fluor 22.957, 25.976 y 26.085.

En potasas, K₂O contenido, 42.000, 44.000 y 41.000.

El Ilmo. señor Subsecretario nos acaba de señalar algunos de los factores negativos que impiden el desarrollo de nuestra minería al ritmo del resto de la industria, y nos ha dicho, también, las medidas que el Gobierno está to-

mando para impedir que siga produciéndose este desfase e, incluso, se comience a recuperar posiciones perdidas.

Sin que nadie nos pueda tachar de pesimistas, es bien cierto que nuestra minería es un sector que no está, como es el caso del resto de la industria, en fase expansiva y de beneficio, sino más bien de recesión y de pérdida.

Ha de pensarse muy seriamente en esto a la hora de adoptar medidas de tipo general, ya que la minería, hoy por hoy, es una excepción. Excepción que hemos de contemplar bajo el signo de la potenciación y su expansión más que de la contención, ya que con ella daríamos lugar a aumentar el volumen de las pérdidas y a una disminución sustancial de la producción, fenómenos ambos que harían muy difícil la posibilidad de su recuperación, máxime en momentos como los actuales de crisis mundial de materias primas, y que, por añadidura, nos coge inmersos en la política de devolver al sector minero la confianza que había perdido, ya que al mismo tiempo que damos el aldabonazo de la necesidad de mejorar nuestra balanza de minerales, venimos anunciando medidas de estímulo.

Conocemos la poca relevancia que el valor de la producción minera tiene en el conjunto de la economía nacional, pero ello no significa, en modo alguno, que no es importante para nuestro desarrollo. Antes bien, creemos, es vital su participación. Yo diría que a partir de la minería se inicia la reacción en cadena de la mayor parte de la industria. Y, sin embargo, la atención que se le ha venido prestando no estaba en consonancia con el verdadero papel que las materias primas representan en el desarrollo de la economía del país. Pensad por un momento lo que ocurriría si el caso reciente y palpitante planteado a los Gobiernos de los países industrializados por las restricciones en el abastecimiento de petróleo, se extendiese a otras sustancias.

Permitidme que recuerde el refrán ligado a nuestra Patrona. "Nadie se acuerda de Santa Bárbara hasta que truena". Cosas de la vida, al parecer, tampoco tenía categoría de Santa (*cosa de la vida*), pero a pesar de todo, seguimos pensando en ella y considerándonos protegidos bajo su advocación.

Quizá las causas de ese abandono habría que buscarlas además de en los aspectos negativos domésticos que se nos han señalado, en otros de ámbito mundial, ya que gran parte de las fuentes de abastecimiento están en los países subdesarrollados, con menores exigencias socio-económicas, menor poder de decisión, impotentes para desarrollar por sí mismos las técnicas de reconocimiento y desarrollo minero de sus recursos propios y a que, en general, los grandes grupos industriales han buscado desde siempre la cobertura de sus abastecimientos tomando posiciones en la minería y convirtiéndose en abastecedores de sus propias industrias ubicadas en sus países de origen, con lo que en el conjunto de sus saldos comerciales, no perjudica grandemente lo que acontezca en sus balances mineros. El minero aislado era, y es aún en muchos casos,

un ente solitario, que ha de vender su producto en un mercado, que no se rige por las reglas generales de la oferta y demanda, sino que se ve sometido a un mercado de excedentes. En épocas de contracción él es el primero que las sufre porque las industrias siguen abasteciéndose de sus explotaciones de cobertura. Pero ello viene dando una imagen poco objetiva sobre el verdadero valor y esfuerzo que supone arrancar de las entrañas de la tierra ese tesoro que es la materia prima mineral, con lo que, incluso, a nivel empresarial, los asuntos mineros, bajo el punto de vista de seguridad y rentabilidad de las inversiones necesarias, son poco atractivos. Yo diría que, en general, tienen poco cartel.

Por ello, el Gobierno, consciente de la importancia que tiene la seguridad del abastecimiento de materias primas minerales, está actuando en la doble vertiente de asumir por sí la tarea de investigación, poniendo al alcance de los privados los resultados que vaya alcanzando y, por otro lado, en el plano fiscal y crediticio, dictando normas que hagan atractivas la investigación.

Bueno será recordar en unas breves pinceladas, las etapas sucesivas por las que debe pasar todo estudio de desarrollo minero y que son como el substrato donde se asienta nuestra política de investigación.

La primera fase consiste en un reconocimiento total del área fundado en los rasgos geológicos de superficie. El Mapa Geológico es indispensable y punto de partida para los demás. Su levantamiento nos da ocasión de anotar indicios de carácter general, proporcionados por los afloramientos rocosos o por los minerales pesados de los aluviones. En base a ello, pueden ya seleccionarse regiones o zonas que merecen un estudio con medios más elaborados. Esta fase la hemos denominado en nuestra nueva Ley de Minas "de exploración".

A continuación se desarrolla la segunda, con la utilización de métodos y técnicas variados, que tienen por fin la delimitación de los sectores potencialmente más interesantes, incluso con la situación de posibles masas mineralizadas, bien como consecuencia de un estudio detallado de los afloramientos, o bien a la luz de datos proporcionados por la geofísica y/o geoquímica. Sigue inmediatamente el estudio de estos sectores potencialmente mineralizados, sumando a los métodos científicos ya empleados, otros que pudiéramos calificarlos como más técnicos, tales como calicatas, sondeos, pozos e, incluso, socavones o traviesas. Esta fase la hemos denominado "de investigación minera".

Por último, viene la tercera fase o "de desarrollo", cuya finalidad es la constatación del valor económico del yacimiento, es decir, de la evaluación de las reservas de mineral, su ley media, constitución mineralógica, posibilidades de tratamiento para su enriquecimiento y eliminación de impurezas, así como de la recuperación de subproductos revalorizables. Esto se completa con la estimación de las inversiones necesarias, del precio de coste previsible y de un estudio de mercado.

Es en este estado de conocimientos y sólo entonces, cuando se debe tomar la decisión de poner en marcha la explotación de un yacimiento, caso de demostrarse su viabilidad técnico-económica, o bien, de resultar no competitiva su explotación, considerarlo como una reserva potencial, cara al futuro, en la medida que las fluctuaciones de precio, o evolución de la técnica, aconsejen su laboreo.

El Plan Nacional de la Minería, a través de sus Programas, está desarrollando la labor de impulso de la minería española, centrando su actuación en las dos primeras fases indicadas, sobre todo en la primera, ya que como hemos dicho en otras ocasiones, creemos que la exploración debe ser incumbencia del Estado, que la investigación puede y debe ser compartida con la iniciativa privada y que, salvo interés nacional, la explotación debe ser acometida y desarrollada por los empresarios nacionales o extranjeros.

En este aspecto, el Gobierno ha pensado en la ayuda que puede prestársele a los mineros privados, para lo cual, a través de la Ley de Minas, ha tenido muy en cuenta sus intereses, tratando de favorecer a los empresarios solventes y poner freno a la especulación y, al mismo tiempo, proporcionar unos cauces de ayudas fiscales y crediticias a través de las disposiciones finales, cuales son: Constitución de Cotos Mineros, zonas de preferente localización industrial, industrias de interés preferente, etc., así como la introducción por primera vez en nuestra legislación minera del factor de agotamiento.

Hemos inaugurado la Exposición de los trabajos que se llevan a cabo por el Instituto Geológico y Minero de España, en cumplimiento de los mandatos del III Plan de Desarrollo Económico y Social. En ella se pone de manifiesto la labor abnegada, y un tanto oscura, de los hombres de la administración y de las empresas colaboradoras, que recorriendo palmo a palmo toda nuestra extensa geografía, en misiones diferentes pero con el objetivo común de iniciar el conocimiento lo más profundo posible de la realidad de nuestro potencial minero. Hoy, y en días sucesivos, estos hombres hablarán por boca de sus más cualificados portavoces, de cifras de inversiones, de valores ya reales, de los yacimientos puestos al descubierto en tan breve período de actuación, de sus esperanzas y de la ilusión que ponen en su quehacer diario al servicio del país, y todo ello en un clima de sencillez y austeridad, sin concesiones al preciosismo de unos "Stands" artísticos, ni al lenguaje floreado.

El Plan Nacional de la Minería es y será, obra de un gran grupo de trabajo, integrado por especialistas de diversas materias, con la misión de actualizar, año tras año, la posibilidad de la utilización de nuestros recursos en función de los avances tecnológicos y de la coyuntura del mercado.

Creemos que el Plan Nacional de la Minería, está dando ya sus primeros frutos y que el balance de sus primeros dos años es muy positivo. Hagamos voto porque

en los dos que restan estos frutos se multipliquen y nos permita ofrecer al país una contribución importante a su desarrollo, asegurándole un mejor abastecimiento con sus propios minerales.

El ciclo de Conferencias que hoy comienza, tiene un fin esencial: el de dar cuenta de la marcha del Programa Nacional de Investigaciones Mineras que, como sabéis, es uno de los cuatro Programas que constituyen el Plan Nacional de la Minería, juntamente con los Programas de Explotación Minera, de Legislación Minera y de Política Social Minera.

El Ministerio de Industria, en su afán de impulsar la Minería española y ponerla en situación de contribuir, con un adecuado abastecimiento de sustancias minerales, al rápido desarrollo industrial del país y con un sentido de futuro que es signo de buen Gobierno, realizó a lo largo del cuatrienio correspondiente al II Plan de Desarrollo, una planificación de las actividades mineras nacionales, que comprendía varios aspectos del problema. Un reconocimiento, con carácter nacional, de los recursos y reservas minerales de España, una planificación de la ampliación y modernización de explotaciones, una adecuación al momento actual de la legislación minera y unas bases sociales que hicieron posible el desarrollo de las actividades mineras. Así nacieron los cuatro Programas del Plan Nacional de la Minería, que antes he citado.

Esta planificación ha sido la primera que con carácter nacional se ha efectuado en España y no tiene muchos ejemplos en el resto del mundo. El interés que ha despertado en los demás países, y que me consta por los contactos frecuentes que tengo con organismos relacionados con geología y minería es extraordinario.

La elaboración del Plan Nacional de la Minería costó muchas horas de trabajo y muchos esfuerzos, realizados con entusiasmo por un gran número de técnicos de la Administración y de las empresas privadas, que colaboraron desinteresadamente a lo largo de dos años de trabajo en equipo.

El Plan Nacional de la Minería fue presentado al Gobierno en diciembre de 1970 y, posteriormente, incluido en el III Plan de Desarrollo Económico y Social. En la Ley aprobatoria de este III Plan se ordenó al Ministerio de Industria la actualización del Plan Nacional de la Minería para su inclusión en sucesivos Planes de Desarrollo.

El Programa Nacional de Investigaciones Mineras constituye el primer programa del Plan Nacional de la Minería. Es la base sobre la que debe apoyarse toda actividad minera: el conocimiento de los recursos y reservas. Su ejecución fue encargada al Instituto Geológico y Minero de España. Organismo que depende de la Dirección General de Minas y cuyas actividades, a lo largo de ya casi ciento veinticinco años, en el campo de la geología y la exploración minera, le capacitaban para llevar a cabo esta labor, que dio comienzo en 1972 y lleva,

INTERVENCION DEL DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ilustrísimos señores, señoras, señores:

Con la interesante conferencia que acabamos de escuchar, damos fin a este breve ciclo sobre la labor del IGME en el desarrollo del PNIM.

Como decía el Director General de Minas, en el acto inaugural de este ciclo, hemos llegado al final del segundo año de vigencia del Plan Nacional de la Minería y el momento era muy apropiado para hacer un resumen del conjunto de nuestra labor en estos dos años y pasar revista a lo que aún nos queda por hacer en los dos años que faltan para determinar el III Plan de Desarrollo Económico y Social.

En cuatro intervenciones sucesivas, una brillante representación de los hombres que tienen a su cargo la dirección de los trabajos del PNIM han ido resumiendo las principales actividades que constituyen este programa.

Nos han hablado de la exploración minera que se hace a lo largo y ancho de nuestra geografía, en busca de un detallado conocimiento de nuestros recursos de minerales y rocas industriales, nos han explicado cómo y para qué se hace la cartografía geológica, geotécnica y minera, nos han informado de los importantes estudios de cuantificación de nuestras reservas y recursos de aguas subterráneas, de la enorme información que todos estos trabajos están proporcionando a los archivos del IGME, organizados actualmente por modernos sistemas de ordenador, de la exploración de la plataforma continental, etc.

No les ha sido posible, en sus breves intervenciones, más que esbozar con visión general lo elemental de nuestros trabajos. Para poder exponer toda la labor hubiéramos necesitado un número mucho mayor de conferencias y vuestro tiempo es muy valioso y escaso. Os agradezco, en nombre del IGME, el que nos habéis dedicado; vuestra atención e interés con el mejor premio que podéis dar a estos ingenieros y técnicos de todas clases, del propio Instituto y de las empresas colaboradoras, que hacen posible, con su desvelo diario, llevar a cabo este Programa.

El viejo IGME reúne actualmente, con la solera que le dan sus ciento veinticinco años de existencia, un equipo joven y animoso, de ingenieros, geólogos y otros técnicos, dispuestos a servir a su profesión y a su país con lo mejor de sus conocimientos y su ciencia.

Pero sería injusto si sólo citara al equipo del IGME, que, por sí sólo, no sería capaz de desarrollar el PNIM si no contase, además, con un magnífico plantel de profesionales encuadrados en las empresas nacionales y privadas, las cátedras de las Universidades y otros organismos de la Administración, como el IRYDA, que co-

por tanto, casi dos años de realización. Estamos en la mitad del camino y el momento parece adecuado para considerar la labor realizada y la que aún queda por realizar.

En las cuatro conferencias podréis oír, a través de destacados técnicos del Instituto, un resumen de este balance de actuación.

La primera conferencia, que tendrá lugar en este mismo acto, versará sobre el Plan de Investigación de Minerales. Nuestra actividad de exploración minera ha sido muy intensa, desarrollándose simultáneamente numerosos programas que abarcan las sustancias minerales prioritarias para el país, en un reconocimiento de las regiones mineras más interesantes y esperanzadoras. Somos muy optimistas, porque, pese a estar en una primera fase, los resultados concretos ya obtenidos son valiosos, alentadores.

La cartografía geológica es la herramienta fundamental de las exploraciones mineras. El Plan MAGNA, que tiene por objetivo principal realizar esta cartografía, a escala 1:50.000, del país completo, con criterios y sistemas modernos, constituye otro de los planes fundamentales que estamos realizando. La segunda conferencia dará cuenta de la marcha de este Plan.

Una sustancia mineral, cuya exploración, cuantificación y explotación se asienta sobre la geología y la técnica minera, es el agua subterránea. El PAS tiene como objetivos la cuantificación y explotación racional de los recursos hidráulicos subterráneos, complemento indispensable de los recursos superficiales, que deben explotarse conjuntamente en país tan sediento como es España. La tercera conferencia dará cuenta de la marcha de estos estudios que, con la óptica de cuencas completas, no tenía antecedentes en España y cuyos resultados prácticos ponen de manifiesto la enorme importancia de los embalses subterráneos y lo vital de su racional explotación y protección contra los riesgos de agotamiento, salinización o contaminación.

El sector de las rocas industriales, que tiene en España posibilidades, hoy día, poco aprovechadas y de enorme alcance, debido a la variedad de nuestra geología, juntamente con la cartografía geotécnica y la técnica de la mecánica de rocas aplicada a la explotación minera, será objeto de la cuarta conferencia de este ciclo, dedicada al Programa de Investigaciones Geotécnicas (PINGEON).

No me queda más que agradecer al Ilustrísimo Señor Subsecretario del Ministerio de Industria el que nos haya honrado aceptando la Presidencia de este acto de inauguración del ciclo, y agradecemos también a todos vuestra asistencia a esta vieja Escuela de Ingenieros de Minas, tan llena de entrañables recuerdos para los que hemos dado en ella los primeros pasos en el campo de la minería.

Muchas gracias a todos.



operan en esta tarea de dotar a España de una infraestructura geológica y minera, necesaria y vital para su desarrollo.

Y nada hubiera sido posible si la visión de futuro del Ministerio de Industria no se hubiera anticipado hace varios años con su Plan Nacional de la Minería. Debemos citar aquí, por tanto, a esos planificadores que, en momentos poco propicios, concibieron la idea, y la desarrollaron, de sentar bases que permitieran un desarrollo minero paralelo al desarrollo industrial del país, y supieron transmitir a todos su entusiasmo y sus ideas de que España no era un país minieramente agotado y que un desarrollo sin el aprovechamiento de los propios recursos naturales estaba expuesto a quedar estancado.

Las circunstancias actuales del mundo, con una acusada escasez de materias primas, está demostrando que los países que no se ocupen de utilizar sus propios recursos están expuestos a un desabastecimiento imprevisto.

Los resultados obtenidos hasta ahora demuestran que en España "hay mucho que hacer" en el descubrimiento y aprovechamiento de sus recursos minerales, rocas y aguas subterráneas. Pero para ello hay que trabajar e invertir dinero; y esto último no "a fondo perdido", ya que los resultados están demostrando el buen negocio que para España están resultando las cantidades que se gastan.

Hace poco tiempo, un entrañable amigo me preguntaba, con toda llaneza: "Pero, bueno, me quieres decir ¿para qué sirve el PNM? Ya sé que se estudian muchos yacimientos, que se hacen muchos mapas geológicos, muchos análisis de laboratorio, muchos sondeos, mucha geofísica, pero ¿es que todo se va a reducir a unos informes muy bonitos y a unos mapas muy atractivos?"

Es posible que vosotros os hagáis preguntas semejantes y, abusando de vuestra atención, quiero resumir los resultados más importantes, a mi juicio, de esta labor, sin entrar en detalles de obras ejecutadas, obras por ejecutar, etc.

A través de las publicaciones y memorias del IGME, de la exposición permanente que inauguró la semana pasada el ilustrísimo señor subsecretario de Industria, de estas conferencias que hoy terminan y a través de los que trabajan en este Programa, podéis conocer con el detalle que queráis lo que se está haciendo.

Creo que el PNM, hasta ahora, está logrando los siguientes beneficios para el país:

— Sentar las bases de un inventario completo de nuestros recursos naturales (minerales, rocas y aguas subterráneas), que crece día a día y está a disposición del país entero. Conocemos así nuestras posibilidades en las diversas sustancias que la industria necesita, mediante la evaluación en cantidad y calidad de los yacimientos ya conocidos o desconocidos hasta ahora. Algunos recursos serán explotables desde ahora; otros pueden serlo cuando la técnica de aprovechamiento o el precio as-

cedente de las materias primas los transforme en aprovechables.

— Fomentar la investigación por parte de la actividad privada, que se ha intensificado siguiendo el ejemplo de la Administración y en colaboración con ella, en muchos casos.

— Crear unos equipos nacionales de técnicos competentes cuya mejor escuela es el propio trabajo explorador y que constituyen un activo intangible, difícil de valorar en pesetas, pero indudablemente muy útil para un país que se desarrolla y hasta para permitirnos, en un futuro próximo, exportar nuestra técnica. No hablo en balde. Recientemente he podido comprobar el interés que nuestro trabajo ha despertado en América, a través de la exposición que presentamos en el II Congreso Latinoamericano de Geología.

— Fomentar el desarrollo de las explotaciones mineras. Habéis visto algún ejemplo de esto a través de las charlas. Un negocio minero sólido se debe basar en el conocimiento de su principal activo, que son las reservas del yacimiento.

— Dar al Gobierno unas bases reales sobre las que sentar su política de aprovechamiento máximo de los propios recursos. Recordad las palabras recientes del presidente del Gobierno y del ministro de Industria.

— A través de la Ley de Minas, que acaba de ponerse en vigor y que también es fruto del PNM, en su Programa de Legislación Minera, modernizar los cauces legales para que se exploren y exploten mejor los recursos de que disponemos.

No olvidemos, como colofón, los efectos multiplicadores de la actividad minera, empleando obreros y técnicos, desarrollando riqueza en provincias y regiones pobres, mejorando la balanza de pagos. Ni la del uso de las aguas subterráneas abasteciendo pueblos sedientos o creando regadíos. O el efecto de la geotecnia evitando el despilfarro tan frecuente de construcciones que se arruinan nada más terminadas. O el de los estudios de seguridad y mecánica de rocas, que pueden mejorar y abaratar los sistemas de explotación o, lo que es fundamental, evitar accidentes y proteger las vidas humanas.

El PNM ha tomado ya carta de naturaleza en nuestro desarrollo. La Ley del III Plan obliga al Gobierno a continuarlo en planes sucesivos y, además, a ampliar sus programas, exigiendo que el Ministerio de Industria prepare el Programa de Revalorización de la Minería —PREMIN—, que tiene por objeto estudiar lo que hay que hacer con los minerales y rocas industriales "pobres" para darles la calidad que hoy día exige la industria y "revalorizarlos" en sus precios. El campo de este Programa es muy amplio y de efectos multiplicadores muy grandes.

El PNM es tarea de todos los que hemos dedicado nuestra vida a la minería y a la geología aplicada, en su planificación y en su desarrollo consiguiente. Hagamos



votos para que sus efectos beneficiosos sigan contribuyendo al desarrollo económico y social de nuestra Patria.

Muchas gracias a todos por vuestra atención.

PROGRAMACION, CONTROL Y ARCHIVO DE DOCUMENTACION DEL MAGNA (*)

Con el fin de aclarar ideas voy a tratar de sintetizar los diferentes aspectos que intervinieron e intervienen en la elaboración del mapa geológico de España, a escala 1:50.000 (MAGNA). También será objeto de esta charla el control de su ejecución y la forma y sistemática que se sigue para el archivo de la información que se produce.

En cuanto a la elaboración del programa se siguieron las clásicas preguntas de racionalización del trabajo, que todo programador debe hacerse para enfocar adecuadamente cualquier trabajo de organización. Pasemos revista a estas preguntas y a las respuestas y soluciones a que han dado lugar.

1.º *¿Adónde?*—El objetivo a alcanzar era la confección del mapa geológico nacional, a escala 1:50.000, con arreglo a las exigencias de la actual ciencia geológica y en un tiempo prudencial de menos de veinte años para su realización. Además se seguirían los procedimientos necesarios para recoger todos los datos utilizados en la confección de dicho mapa, lo que constituiría un banco de datos geológicos a disposición de quien quisiera consultarlo. Esta documentación básica es la que llamamos documentación complementaria de una hoja y comprende fundamentalmente: colecciones de muestras representativas de las formaciones de la hoja, preparaciones en lámina delgada, levigados, fotografías y, finalmente, informes de paleontología, sedimentología, petrografía, paleogeografía y cualquier otra información que se haya podido obtener referente a la hoja (isopacas, sondeos, geofísica, etc.).

2.º *¿Dónde?*—Es decir, conocimiento de la situación en la que estábamos en el momento de iniciarse el trabajo, para ello se desarrollaron dos aspectos fundamentales.

a) El primero: conocimiento de la cartografía geológica existente, que se concretó en la confección de la síntesis geológica de España, a escala 1:200.000, y que reúne los conocimientos existentes en geología hasta el año 1970. Esta labor fue realizada desde julio de 1969 a diciembre de 1970 en la que quedó prácticamente terminada la labor de gabinete, labor en la que participaron

(*) Conferencia pronunciada por don Ramón Rey Jorissen, jefe del Departamento de Cartografía Geológica del IGME, el día 30 de diciembre de 1973, dentro del ciclo de conferencias sobre las actividades del IGME, en el III P. D. E. S.

de manera muy eficaz, en colaboración con el IGME, las universidades y empresas estatales y privadas. La edición de esta obra, que está constituida por 87 hojas con sus correspondientes memorias quedó finalizada este mes.

b) El segundo: la capacidad del país para hacer frente a una labor de esta envergadura. Este aspecto se resolvió mediante una encuesta, dirigida a todos los organismos estatales y empresas privadas, enfocada a conocer el equipo humano y material disponible para la realización del MAGNA. En efecto, todos los cálculos y previsiones sobre distintos aspectos del programa, por cuidadosos y acertados que hubieran sido, hubiesen resultado inútiles si se careciese del personal y medios adecuados para llevarlo a cabo.

La encuesta se dirigió a 51 entidades y dio como resultado que era viable el plan propuesto, aunque hubiera ciertas dificultades de equipo humano en algunas especialidades (paleontología y sedimentología, principalmente), que se van subsanando con el desarrollo del Programa.

3.º *¿Quién?*—Se decidió que el trabajo sería realizado por las empresas estatales y privadas, la universidad y el IGME. Los primeros para realizar la labor de toma de datos y cartografía propiamente dicha. El IGME para programar, dirigir, controlar y supervisar la ejecución del trabajo con vistas a su uniformidad y homogeneidad de criterios. Más adelante hablaremos detalladamente de esta labor.

4.º *¿Cómo?*—En base a lo indicado en el punto anterior era necesario unificar criterios para obtener un mapa homogéneo. Aunque, bien entendido, se respeta la personalidad y enfoque de los autores, en todo lo posible, en su labor geológica.

Para ello se han establecido una serie de normas que fundamentalmente se dirigen a la forma de expresar la geología y cuyos objetivos pueden resumirse así:

— Presentación de hojas de fácil y clara lectura y de composición agradable, lo cual requiere una esmerada selección de colores y sobrecargas representativas de los terrenos geológicos y de los símbolos convencionales.

— Establecimiento de una nomenclatura y una repeticion uniformes de divisiones estratigráficas, de formaciones de rocas ígneas y metamórficas y de accidentes geológicos, suprimiendo de este modo la anárquica diversidad anterior. Este ambicioso propósito obliga a llegar a una clasificación de las rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, efectuada por medio de ordenadores electrónicos, que especifique y designe las rocas con un criterio único. El programa de clasificación de rocas sedimentarias está en funcionamiento desde que comenzó el programa. El de rocas ígneas y metamórficas está en estudio.

También es necesario establecer un cuadro, definitivo en lo posible, de clasificación cronoestratigráfica de terrenos que, naturalmente, se irá completando al realizar-

se las hojas 1:50.000. Finalmente impone una elección muy cuidadosa de notaciones de rocas y divisiones estratigráficas, de símbolos geológicos y de signos convencionales.

— Facilitar la interpretación de las series estratigráficas presentes en la hoja y de la estructura del sector presentado. A este efecto se dota al mapa de columnas estratigráficas fundamentales, de un esquema tectónico y de cortes geológicos generales cuidadosamente escogidos; de este modo, en rápida visión y sin necesidad de fatigosas y largas lecturas, se llega a la comprensión de la tectónica del territorio y al conocimiento de su estratigrafía.

— Posibilidad de situar fácilmente el sector de la hoja en su ámbito geográfico y geológico regional. Con este fin se añade al mapa, en posición marginal, un mapa regional, a escala 1:1.000.000, en la que queda patente el emplazamiento de la hoja en una amplia zona y, al mismo tiempo, sus conexiones con los grandes rasgos de la geología regional.

— Proporcional en la memoria una explicación breve y sencilla de la geología del sector cartografiado, reducida a puntos fundamentales de estratigrafía, tectónica e historia geológica. Se prescinde en ella de la información de carácter geográfico, que era habitual en las antiguas memorias y de toda clase de pormenores en las descripciones, convirtiéndola en una exposición condensada, casi esquemática, de los rasgos principales de la hoja.

De los objetivos expuestos resalta, como conclusión general, que con el modelo propuesto se aspira a conseguir una cartografía puesta al día, que proporcione un conocimiento exacto y actualizado de la geología de nuestro país. Se pretende, en consecuencia, que esté realizada con criterios y métodos modernos y que incorpore las ventajas más evidentes de otros modelos extranjeros. Al mismo tiempo, los objetivos señalados, con las prescripciones que son consecuencia de ellos, apuntan a un tipo de hoja con un nivel de perfección uniforme que aporta un conocimiento sin lagunas de la geología de la Península. Asimismo, todos estos objetivos se encaminan a lograr un modelo de hoja de fácil lectura y de interpretación accesible, cuya consulta sería útil para necesidades de aplicación. Finalmente se espera, con la conservación de las documentaciones complementarias de las hojas, lograr la formación de un completo archivo de la geología española.

Aprovecho este apartado para indicar que estas normas sufren las lógicas modificaciones de un programa dinámico, como es el MAGNA, y que, por tanto, se tienen muy en cuenta las observaciones hechas por los geólogos de las empresas o universidades que intervienen en la realización.

5.º *¿Cuándo? y ¿por dónde?*—La contestación a estas preguntas fue la ordenación en el tiempo de las hojas a realizar. Ordenación que se hizo fundándose en los siguientes principios:

— *Demanda potencial de cada hoja*, para lo cual se

realizó una encuesta acerca de los principales organismos inversores del país, que, además, utilizan, de forma más o menos directa, la geología. A partir de los datos obtenidos en las encuestas y por tratamiento mediante un programa de ordenador preparado con este fin, se ha obtenido la ordenación de las 1.130 hojas que constituyen el país.

— *Posibilidad de ejecución por los equipos de estudio*, lo que dió lugar a una primera corrección.

— *Hojas clave*, para la interpretación de las diferentes unidades geológicas, que dió lugar a una segunda corrección.

6.º *¿Cuánto?*—Es decir, la inversión necesaria para la realización del programa o, lo que es lo mismo, evaluación del coste de cada hoja y rentabilidad del proyecto.

El cálculo del coste de cada hoja se estableció estimando previamente el costo de la hoja media y estableciendo, a continuación, con ayuda del ordenador, un coeficiente o fórmula en la que entran varios parámetros de valoración con valores distintos para cada hoja.

Los parámetros que se consideran son los siguientes:

— Dificultad geológica de la zona.

— Superficie de las formaciones, sedimentarias, metamórficas, plutónicas y volcánicas.

— Superficie total de la hoja.

— Morfología.

— Red viaria.

— Climatología.

— Información existente.

En cuanto a la rentabilidad del Proyecto se efectuó un estudio económico de los impactos más importantes y fácilmente cuantificables que produce en los diversos sectores económicos el poseer un buen conocimiento geológico de todo el territorio. Los sectores económicos fundamentales considerados fueron: agricultura, obras públicas, aguas subterráneas y minería.

Con lo expuesto hasta este momento hemos explicado de forma general los aspectos que se trataron en la elaboración del programa MAGNA. Como antes indicamos, vamos a tratar a continuación del control y supervisión del IGME sobre la labor que realizan las empresas.

Es indudable que para el buen desarrollo del MAGNA es fundamental disponer de una buena sistemática de control, en el más amplio sentido de la palabra.

En efecto, un programa como éste, de dilatada actuación en el tiempo, que cubre la geología del país, en cuya realización intervendrá un elevado número de especialistas de cara a multitud de usuarios y al desarrollo socioeconómico de la nación, debe contar con una sistemática de control amplia, ágil y segura. En términos generales, es necesario controlar la marcha del programa desde su doble aspecto, técnico y administrativo. Es decir, debe atender a la calidad y homogeneidad del trabajo, así como a su desarrollo temporal.

La labor que realizan los contratistas se controla y supervisa por el IGME, bajo tres aspectos fundamentales: control de la labor en el campo, revisión de análisis de laboratorios y documentos de control que envíen las propias empresas, debidamente cumplimentados. Describiremos a continuación cada uno de estos aspectos.

1.º *Control de la labor de campo.*

Para ello se ha dividido el área nacional en seis regiones, de superficies aproximadamente equivalentes y constituidas por unidades geológicas con rasgos geológicos comunes. Estas regiones son:

Región primera.—Galicia, Asturias y cordillera central.

Región segunda.—Cantabria, pirineo y cadenas costero-catalanas.

Región tercera.—Terciarios del Duero, Ebro y meseta central.

Región cuarta.—Cordillera Ibérica y Levante.

Región quinta.—Cratón hercínico al sur de los Montes de Toledo y Canarias.

Región sexta.—Bética y Baleares.

De cada una de estas regiones se ocupa un geólogo, que controla, supervisa, asesora y ayuda a las empresas que en ella trabajan para el MAGNA. Conviene insistir en que la labor de este supervisor es fundamentalmente la de asesoramiento y colaboración con los contratistas, a fin de conseguir trabajos de garantía y presentados con arreglo a las normas de que antes hemos hablado. Además, este geólogo supervisa los documentos de control enviados por las empresas.

2.º *Revisiones de análisis de laboratorios.*

A medida que los laboratorios de los contratistas van haciendo análisis, deben enviarlos al IGME, junto con las muestras correspondientes para que sean revisadas las determinaciones efectuadas. Actualmente se revisa la totalidad de las muestras de sedimentología, micropaleontología y macropaleontología, pues, de momento, la capacidad de los laboratorios del IGME en estas especialidades así lo permite. De petrografía sólo se revisa el 15 por 100, eligiendo las muestras más significativas. También, y a modo de comprobación, los geólogos de campo del equipo de supervisión recogen muestras para verificar la calidad del trabajo realizado por el contratista.

3.º *Documentos de control.*

Son una serie de partes a rellenar por el contratista y dan idea de su labor en los distintos trabajos, que es necesario realizar para la elaboración de una hoja geológica.

La labor de campo queda reflejada en la llamada ficha de campo, en la que se reseñan las estaciones realizadas,

las muestras tomadas para que las mediciones efectuadas y los puntos de especial interés geológico. También queda indicado en ella los días en que se han realizado los trabajos y por quien.

La labor de los laboratorios queda resumida en la ficha para control de muestras estudiadas, en las que se indican las muestras estudiadas, qué tipo de análisis se han hecho en cada una, qué laboratorio ha realizado los análisis y en qué plazo.

La labor de gabinete se resume en una ficha, en la que se indica mensualmente, por hoja, el tanto por ciento de trabajo efectuado hasta la fecha, según los conceptos de fotointerpretación, cartografía previa, cartografía definitiva, memoria y documentación complementaria.

Finalmente existe una última ficha que es la de control de muestras estudiadas por el IGME para revisión y que constituye el control de calidad de los laboratorios de los contratistas.

Con la información obtenida, mediante los documentos reseñados, se elabora un nuevo documento interno del Instituto, que es el resumen de los controles, y que se emite mensualmente. En cada página de este documento queda condensada toda la información de control de una hoja, un bloque de hojas, la labor de una empresa o el total del programa del año, siendo muy sencillo establecer comparaciones con las que es fácil enjuiciar la marcha de una determinada labor, hoja, bloque o empresa.

Todo lo que hasta aquí hemos dicho de la labor de control se desarrolla durante el tiempo de ejecución de una hoja geológica, pero hay un último control, que es el de recepción de la documentación que ha de entregar el contratista una vez finalizada la hoja y dentro del plazo que se fijó en el pliego de condiciones técnicas y administrativas.

Esta recepción la efectúan los supervisores, utilizando para ello dos clases de impresos: hoja de control de recepción y hoja de control de muestras y análisis realizados en las mismas.

Hoja de control de recepción.

En ella se escriben las fechas en que se reciben los distintos documentos, la fecha en que se devuelven a corregir si fuera necesario y la fecha en la que la documentación es aceptada definitivamente.

Como ya hemos indicado la documentación de una hoja está compuesta de dos partes principales: una, que se publica (Mapa Geológico y Memoria), y otra que se archiva y constituye la documentación complementaria.

La parte que se publica pasa previamente al Departamento de Cartografía de la División de Geología, donde, con arreglo a una normativa, se adjudican colores y sobrecargas a los diferentes tramos cronoestratigráficos representados en la hoja. Una vez terminada esta labor, la documentación a publicar pasa a la imprenta para iniciar

los trabajos conducentes a su edición. No entramos en detalles en cuanto a las normas que rigen las relaciones del Instituto Geológico y Minero de España con la imprenta (que es la del Instituto Geográfico y Catastral), pues es un problema muy complejo y sería objeto él solo de una charla especial.

En cuanto a la documentación complementaria, que se archiva en el Instituto, queda resumida, antes de archivar, en la llamada ficha de control de muestras y análisis. Esta ficha está constituida por una serie de columnas que corresponden a: Número de la muestra, Macropaleontología, Micropaleontología, Sedimentología, Carbono 14, Espectrógrafo de masas, Petrografía, Situación en plano, Tipo de preparación, Posición estratigráfica según mapa geológico, Muestra de mano representativa y Observaciones.

Por consiguiente, a una determinada muestra anotada en la primera columna corresponderán determinados análisis (de los antes enumerados), que se señalarán con una marca en la columna correspondiente. También se indicará si la muestra en cuestión está en el plano de situación de muestras, que se exige como uno de los documentos fundamentales de la documentación complementaria, pues es evidente que una muestra no situada pierde la mayor parte de su utilidad. Asimismo se indicará el tipo de preparación realizada para su estudio, si la hay, la existencia o no de muestra de mano y su posición cronoestratigráfica en relación con el mapa de situación de muestras superpuesto al geológico.

El conjunto de fichas de control de muestras de una hoja queda unido a la documentación complementaria de la misma y sirve a dos funciones.

En primer lugar, el encargado de la litoteca (almacén de rocas y preparaciones) las utiliza para archivar dicho material en forma ordenada.

En segundo lugar, el ordenador de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, que actualmente es la memoria donde se archivan los datos procedentes del MAGNA, las utiliza también para ordenar los datos de cada hoja.

Pasemos a continuación a expresar brevemente en cifras los resultados obtenidos en el primer año de programación del MAGNA.

Se hicieron 84 hojas geológicas, a escala 1:50.000, cubriendo, aproximadamente, 40.000 Km.², por un valor de 117 millones de pesetas. Se estudiaron 7.548 muestras de rocas ígneas y metamórficas, 9.352 rocas sedimentarias. Se realizaron 10.237 análisis micropaleontológicos y 606 macropaleontológicos. Se registraron 27.186 estaciones de campos y se tomaron 9.189 medidas de rumbo y buzamiento.

Tomaron parte en el trabajo 114 técnicos superiores, encuadrados en 12 departamentos universitarios y siete compañías privadas.

Actualmente están editadas 11 hojas geológicas y están en la imprenta en preparación de edición 69.

En este año, 1973, están programadas 71 hojas, con un presupuesto de 126 millones de pesetas. Toman parte en el trabajo 133 técnicos superiores encuadrados en 13 departamentos universitarios y 12 compañías privadas.

En principio, para el año 1974 está programado el realizar 86 hojas geológicas, con una inversión de 152 millones de pesetas, y para el año 1975 se realizarían unas 90 hojas, con un presupuesto aproximado de 160 millones de pesetas.

Esto nos situaría, al final del III Plan de Desarrollo Económico y Social con un 30 por 100 de la labor total del mapa geológico de España, a escala 1:50.000, realizada.

No quiero terminar sin insistir en que el MAGNA es un programa vivo y, por tanto, en 1974 está previsto actualizar presupuestos de cada hoja, pues es indudable el fuerte aumento del costo de vida durante los últimos cuatro años, y es, por ello, necesario poner al día los precios de las contrataciones, con objeto de que las empresas, confeccionadoras de las hojas geológicas, sigan produciendo un trabajo de calidad que las especificaciones y los controles del IGME exigen. Asimismo es necesario rehacer la encuesta de orden de prioridad en la ejecución de las hojas futuras. En efecto, el orden que se estableció en 1970 se fundaba en unos condicionamientos de las necesidades del país que, evidentemente, han sufrido variaciones durante este período. Es preciso, por tanto, volver a repetir las encuestas que se dirigieron a los principales organismos inversores de la nación, cuyas actividades tengan relación con la geología y, en base a las respuestas, rehacer la ordenación. De esta manera conseguiremos que la labor geológica produzca la máxima rentabilidad al país.

EL PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS (*).

En esta conferencia voy a tratar de exponer a grandes rasgos el Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas, actualmente en curso de realización.

Pero creo que será útil y conveniente, antes de entrar a explicar los trabajos en ejecución, referirse a las razones que motivaron este Plan y a los objetivos que pretende alcanzar.

Por ello, en un primer tiempo, me referiré a estos aspectos; en un segundo expondré esquemáticamente la preparación del Plan, y en un tercero, la manera de cómo se está desarrollando y los primeros resultados que se vayan obteniendo.

(*) Conferencia pronunciada por don Enrique Coma Guillén, jefe de la División de Aguas Subterráneas del IGME, el pasado día 5 de diciembre de 1973, dentro del ciclo de conferencias sobre las actividades del IGME, en el III P. D. E. S.

Motivaciones y objetivos del plan.

La economía española, en plena expansión, exige satisfacer demandas de agua cada vez crecientes, en cantidad y calidad. Las necesidades, según los estudios realizados dentro del marco de este programa, se estima van a duplicarse para el conjunto del país y triplicarse en algunas cuencas, en el año 2000.

Al mismo tiempo, el problema de la contaminación comienza a dibujarse con contornos graves en algunas zonas españolas, a causa de la degradación de los ríos, por los residuos industriales y urbanos, así como por la contaminación de ciertos acuíferos, especialmente los situados al borde del mar.

Se está ya en España lejos de la fase en que, por la abundancia de recursos disponibles en relación con las necesidades, era suficiente aprovechar puntualmente las posibilidades superficiales o subterráneas; se ha entrado, por el contrario, decididamente, en la etapa en que se debe aprovechar íntegramente, optimizándolo, el potencial hidráulico de la nación.

Ello conduce a la necesidad ineludible de establecer una política global de nuestros recursos, lo que obliga, en una primera etapa, a tener un conocimiento general de las posibilidades superficiales y subterráneas del país y de la relación existente entre ellas, y en una segunda, a la gestión coordinada, técnica y económicamente adecuada de dichos recursos, puesto que ambos, subterráneos y superficiales, presentan una estrecha interacción, debido a que pertenecen al ciclo hidrológico y tienen un común origen: la lluvia. Las corrientes superficiales y los acuíferos subterráneos mutuamente se influyen; una parte de las aportaciones totales de los ríos españoles proceden de la escorrentía subterránea de los acuíferos, al mismo tiempo que los ríos recargan o pueden alimentar acuíferos importantes.

En relación con los recursos superficiales, el conocimiento que se tenía de ellos fue suficiente para establecer las bases de su utilización posterior; así lo hizo la Comisión de Recursos Hidráulicos del II Plan de Desarrollo Económico y Social.

Desgraciadamente, en el ámbito de las aguas subterráneas, la situación era completamente distinta, y por ello la citada Comisión no pudo fijar una política global de utilización conjunta de ambos recursos ante la posibilidad de evaluar la importancia de los subterráneos, puesto que faltaba una infraestructura hidrogeológica general, indispensable para hacer una estimación de las aguas subterráneas y, por lo tanto, poder planificar su investigación y posterior explotación coordinada con los recursos superficiales.

El problema adquiere su verdadera magnitud si se consideran los aspectos siguientes:

— El primero, el del grado de utilización de las aguas subterráneas dentro del consumo nacional.

El Instituto Geológico y Minero de España ha evaluado que para los años 70 la demanda industrial y urbana fue cubierta en un 34 por 100 a partir de acuíferos subterráneos, y la agrícola, en un 22 por 100, lo que supuso para el conjunto de la demanda nacional un 23 por 100, con la particularidad que la España insular se abastece, prácticamente, en el 100 por 100 de aguas subterráneas, y que en algunas cuencas hidrográficas suministran más del 60 por 100 del abastecimiento urbano e industrial, como ocurre en las del Guadiana, Júcar y Sur.

La participación del agua subterránea en la satisfacción de las necesidades del país en el futuro, debido a sus características propias, que seguidamente vamos a ver, deberá incrementarse y, en el mejor de los casos, mantenerse, lo que supondrá, en términos absolutos, un aumento considerable, si se tiene en cuenta el crecimiento estimado de la demanda.

—El segundo aspecto, relacionado con el anterior y consecuencia de él, se refiere al esfuerzo que la economía nacional hace en el alumbramiento y explotación de sus recursos subterráneos: 211.000 captaciones existentes —sin contar las pequeñas obras, pozos caseros— repartidas por toda la geografía, cuyo valor actualizado en pesetas de hoy día arrojaría una cifra importantísima; los 3.500 millones de pesetas que como media anual se han gastado por los privados en estos últimos años, la consideración de que la mayoría de estas inversiones se hacen, en cuanto se refiere a la fase de investigación, sin apoyarse en criterios técnicos, lo que significa un tanto por ciento elevado de fracasos. Todo ello explica la importancia del problema y la necesidad y la rentabilidad económica en cualquier caso de las inversiones empleadas para dotar al país de una infraestructura hidrogeológica adecuada.

Un tercer aspecto, y fundamental, es el que se deduce de las características propias de las aguas subterráneas, y que dan a la explotación de ellas un objetivo mucho más ambicioso que la simple obtención de nuevos recursos.

Pero antes de analizar este extremo, me van a permitir una pequeña digresión:

Todo el arte de utilizar los recursos hidráulicos consiste, en último término, en adecuar de una manera satisfactoria óptima, dichos recursos a las demandas de agua que al hombre se le presentan, en un momento preciso, en un lugar determinado, con unas características apropiadas; es decir, en función de los tres parámetros, que son: el tiempo, el espacio y la calidad.

No otra cosa, por ello, persiguen las obras hidráulicas de superficie. Los sistemas de regulación, con sus capacidades de almacenamiento, tratan de proporcionar los volúmenes necesarios en el tiempo requerido; por otra parte, las obras de transporte llevan los recursos a las zonas de utilización.

La policía de los cauces y sistemas de depuración contemplan el aspecto de la calidad de las aguas.

¿Qué papel, con esta óptica, pueden y deben jugar en el futuro las aguas subterráneas?

Muy grande, y podría afirmarse que definitivo.

Efectivamente,

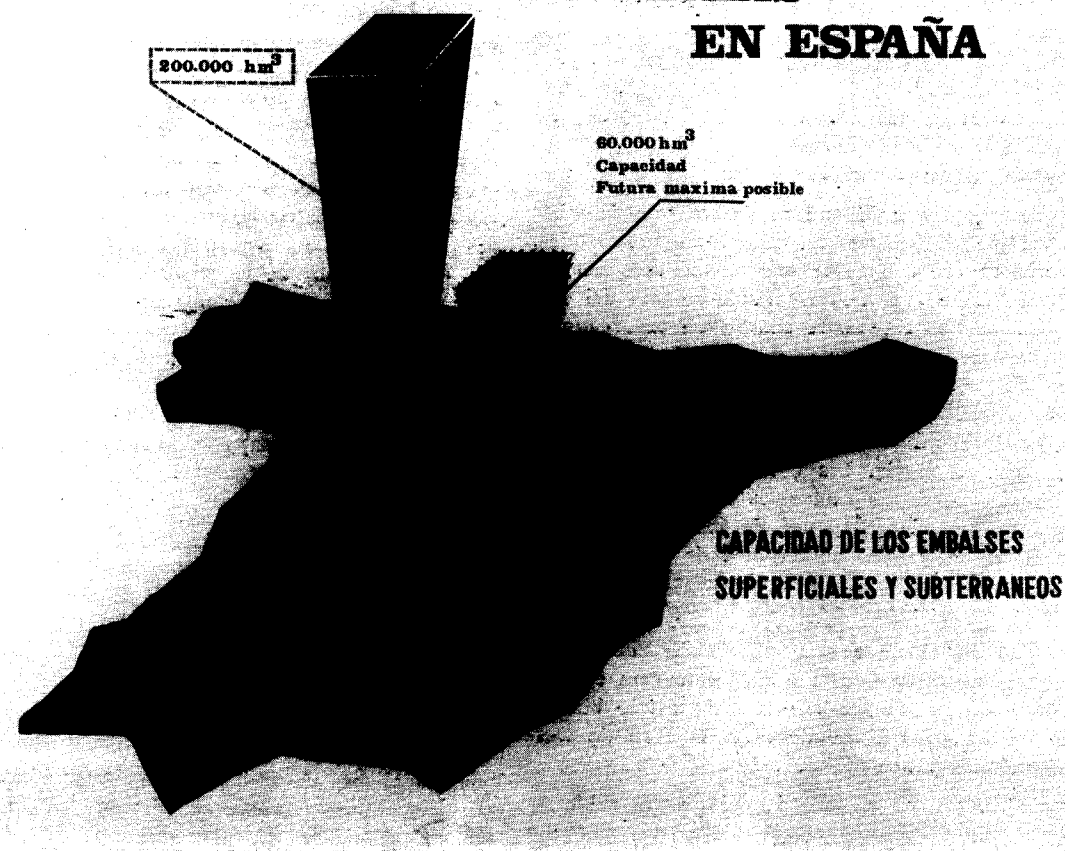
— En relación con el parámetro tiempo, las aguas subterráneas, consideradas como verdaderos embalses subterráneos que son, suministran agua *ya* almacenada por la Naturaleza, sin necesidad de la acción del hombre para conseguir dicho almacenamiento.

Al mismo tiempo, los trabajos hidráulicos de superficie,

los embalses españoles de superficie es de 38.000 Hm.³, y que su capacidad máxima futura se ha evaluado por la Comisión de Recursos Hidráulicos del II Plan de Desarrollo Económico y Social en 62.662 Hm.³ (las últimas informaciones elevan esta cifra a unos 70.000 Hm.³).

Junto a ello, la capacidad mínima útil de nuestros embalses subterráneos, el Instituto Geológico y Minero de España la ha estimado en 200.000 Hm.³ Esta cifra forzosamente tiene que ser, en el futuro, variable, incrementándose, dado que la noción "útil" va ligada a un con-

LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN ESPAÑA



más fáciles y menos costosos, han sido ya realizados en nuestra Patria, y también en la generalidad de los otros países.

Los costes de almacenamiento, regularización y aprovechamiento de los recursos superficiales restantes, por los medios básicos, son cada vez más elevados.

Paralelamente a ello, actualmente, las técnicas de actuación sobre los embalses naturales permiten aprovecharlos eficazmente.

A este respecto se recuerda que la capacidad actual de

texto económico, de rentabilidad, y éste evoluciona con el tiempo.

La capacidad total de los embalses subterráneos es mucho mayor, varias veces, la cifra reseñada.

Es aquí, en la gran capacidad de los embalses subterráneos, en el volumen de agua en ellos embalsada, donde radica uno de los aspectos clave, porque ellos solos son los que, en definitiva, pueden suministrar económicamente el verdadero volante de seguridad a nuestro país, permitiendo ponerle al abrigo de las contingencias alea-

torias del ciclo hídrico. Su volumen de agua embalsada no hace referencia a períodos anuales o plurianuales, sino a otros mucho más amplios, cuya unidad de medida no son los años, sino los siglos o los milenios.

Como resultado ya de los trabajos de ejecución del Plan Nacional, podemos afirmar, en esta línea de ideas, que alguno de nuestros grandes ríos, por otra parte que interesa zonas de las más deficitarias del país, podría ser aprovechado más allá de las posibilidades que le permite su actual regulación superficial —prácticamente, al límite— si se hubiera puesto en juego esta capacidad de al-

canzar una regulación óptima de nuestros ríos, imposible de obtener de otra manera.

— Parámetro espacio. En relación con él se tiene la característica propia de la extensión espacial de los embalses subterráneos, frente a la localización, forzosamente lineal y puntual, de los superficiales, que posibilitan a los recursos subterráneos puedan hacer frente a demandas que no podrían ser satisfechas en muchos casos, al menos en condiciones económicas, por aguas que provienen de corrientes superficiales.

No hace falta mucha imaginación para pensar cuantas



macenamiento, este volante de seguridad, que le prestan los embalses subterráneos de su cuenca.

A estas consideraciones sobre el parámetro tiempo hay que añadir las consecuencias fundamentales que se derivan de la interacción que existe entre las corrientes superficiales y los embalses subterráneos, que permite, actuando adecuadamente sobre estos últimos, mejorar la regulación de aquéllos.

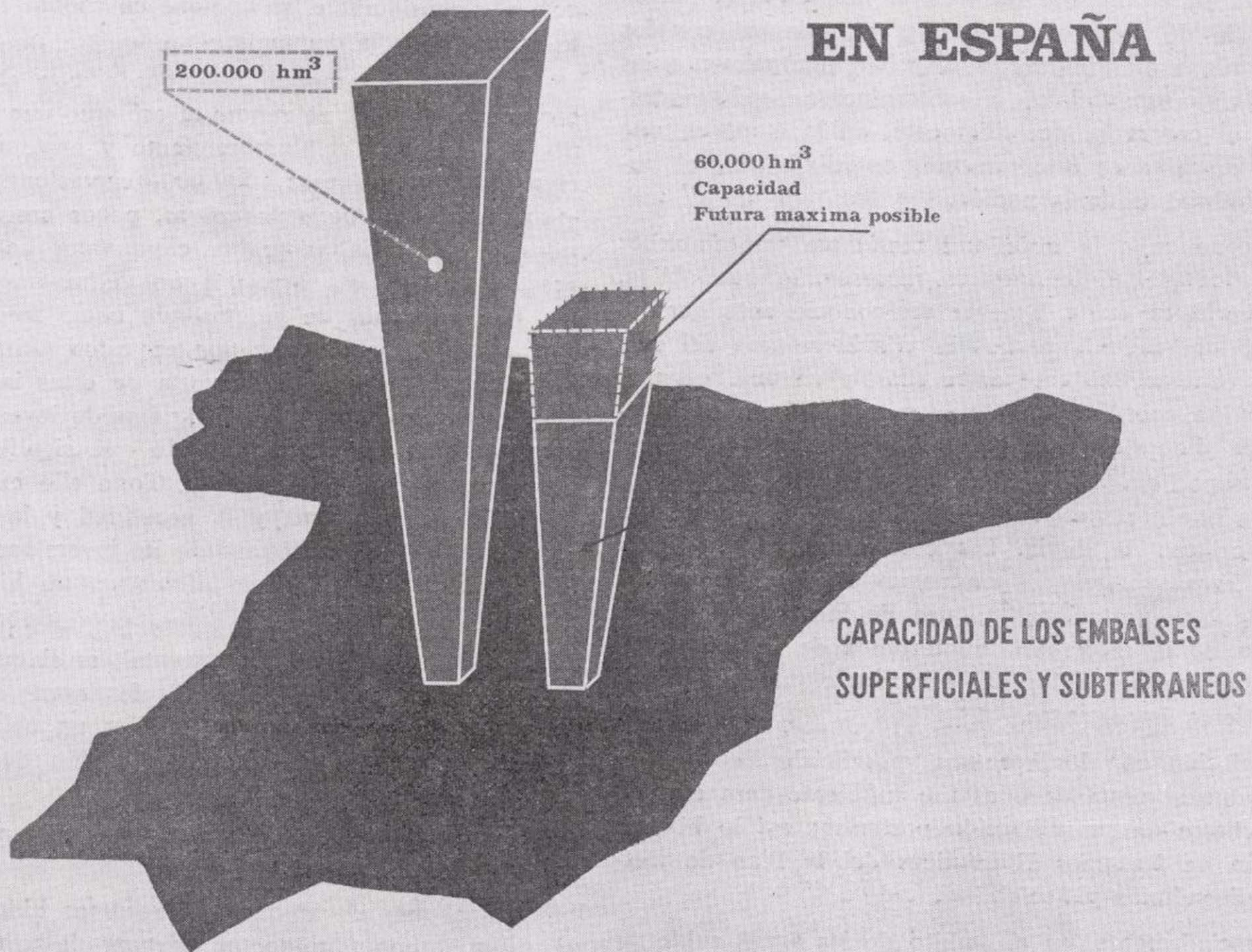
Acciones sobre los embalses naturales conjugados con obras de superficie pueden lograr, en muchos casos, al-

obras actualmente realizadas en nuestra Patria hubiesen sido concebidas de manera totalmente distinta —con las consecuencias económicas consiguientes— de haberse tenido presente la ventaja que este parámetro espacio otorga a las aguas subterráneas.

Finalmente, en relación con la calidad. Las aguas subterráneas presentan unas características más constantes y están generalmente mejor protegidas contra los riesgos de la contaminación; por otra parte, la capacidad de filtración de los acuíferos subterráneos pueden facilitar la me-

LAS AGUAS SUBTERRANEAS

EN ESPAÑA



jora de la calidad de las aguas superficiales (alimentación artificial).

Por ello, en el futuro se impondrá la necesidad de reservar, en muchas ocasiones y con prioridad, los recursos subterráneos para atender el uso noble que es la alimentación humana.

Ignorar todas estas realidades y las posibilidades que actualmente ofrecen las aguas subterráneas a la hora de la planificación y gestión de nuestro potencial, sería incurrir en una muy grave responsabilidad de consecuencias imprevisibles.

No en balde estas ideas ya aceptadas plenamente por aquellas personas, que con visión de futuro, se ocupan en el mundo de estos temas.

Un ejemplo definitivo de esto nos lo ofrece una nación joven que en gran parte debe su desarrollo y quién sabe, quizá su misma existencia, a haber sabido llevar hasta sus últimas consecuencias esta concepción global de la utilización de los recursos hidráulicos, y el papel que en ellos juegan las aguas subterráneas.

Ante esta situación y las necesidades que ella planteaba, el Instituto Geológico y Minero de España, Organismo del Ministerio de Industria, fiel a su vocación y encargado por mandato legal de investigar y evaluar los recursos hidráulicos subterráneos del país, en el transcurso de vigencia del II Plan de Desarrollo Económico y Social, concretamente en el año 1970, concibió y preparó un Plan que abarcando todo el ámbito nacional diese por vez primera —y ya en esta fase— una visión global cualitativa y cuantitativa de las aguas subterráneas y mostrarse la manera de investigarlas.

El Plan así preparado, integrado dentro del Plan Nacional de la Minería, fue aprobado por el Gobierno y está en la actualidad ejecutándose.

Preparación del Plan (1970).

En esta fase de elaboración se perseguía:

De una parte, mostrar el lugar que ocupaban las aguas subterráneas dentro del conjunto de los recursos hidráulicos definiendo y delimitando los grandes sistemas acuíferos existentes en el país, cuantificándolos en una primera evaluación de sus potencialidades.

De otra, basado en lo anterior preparar un Programa detallado de investigación de dichos sistemas, en donde se contendrían las líneas directrices de la investigación futura y los medios necesarios para desarrollarla.

La metodología puesta punto y aplicada por el Instituto Geológico y Minero de España para confeccionar el Plan —se piensa que por vez primera a escala de un país— se hizo con unas nociones y principios bien definidos que han permitido, de una parte, la coherencia y homogeneidad de los datos utilizados con los resultados obtenidos y, de otra, la mayor precisión posible para la escala de trabajo elegida, sin caer en el error de suponer una exactitud inexistente. Esta metodología sirvió para

crear en primer término una infraestructura hidrogeológica nacional inexistente para poder, en una segunda fase basada en ella, elaborar el Programa Nacional de Investigación.

No puedo entrar en detalles de la elaboración del Plan por condicionamientos de tiempo; solamente les indicaré que en esta primera etapa se tuvo que realizar la confección de un Mapa Hidrogeológico de Reconocimiento a escala 1:50.000 que ha sido publicado a 1:1.000.000.

Un mapa de escorrentía total o de lluvia útil (la parte de la lluvia que escapa a la evapotranspiración) también a las mismas escalas, una evaluación de la escorrentía subterránea a los ríos, a partir de los análisis de hidrogramas de 135 estaciones de aforos con datos de diecisiete años. Asimismo se confeccionó el balance hídrico global del país.

Todo ello (junto con un inventario sucinto de los principales puntos de agua, pozos, sondeos, manantiales) y un número de unos 9.000 permitió la confección de un Mapa Nacional de Síntesis de Sistemas Acuíferos, resumen y compendio de todo el trabajo realizado, en donde se definieron, delimitaron y evaluaron la recarga de los principales sistemas acuíferos españoles.

Se han delimitado y cuantificado 75 sistemas acuíferos en la Península y 11 en la España insular que representan las principales acumulaciones subterráneas del País, sobre las cuales en una segunda etapa se prepararon los programas detallados de investigación.

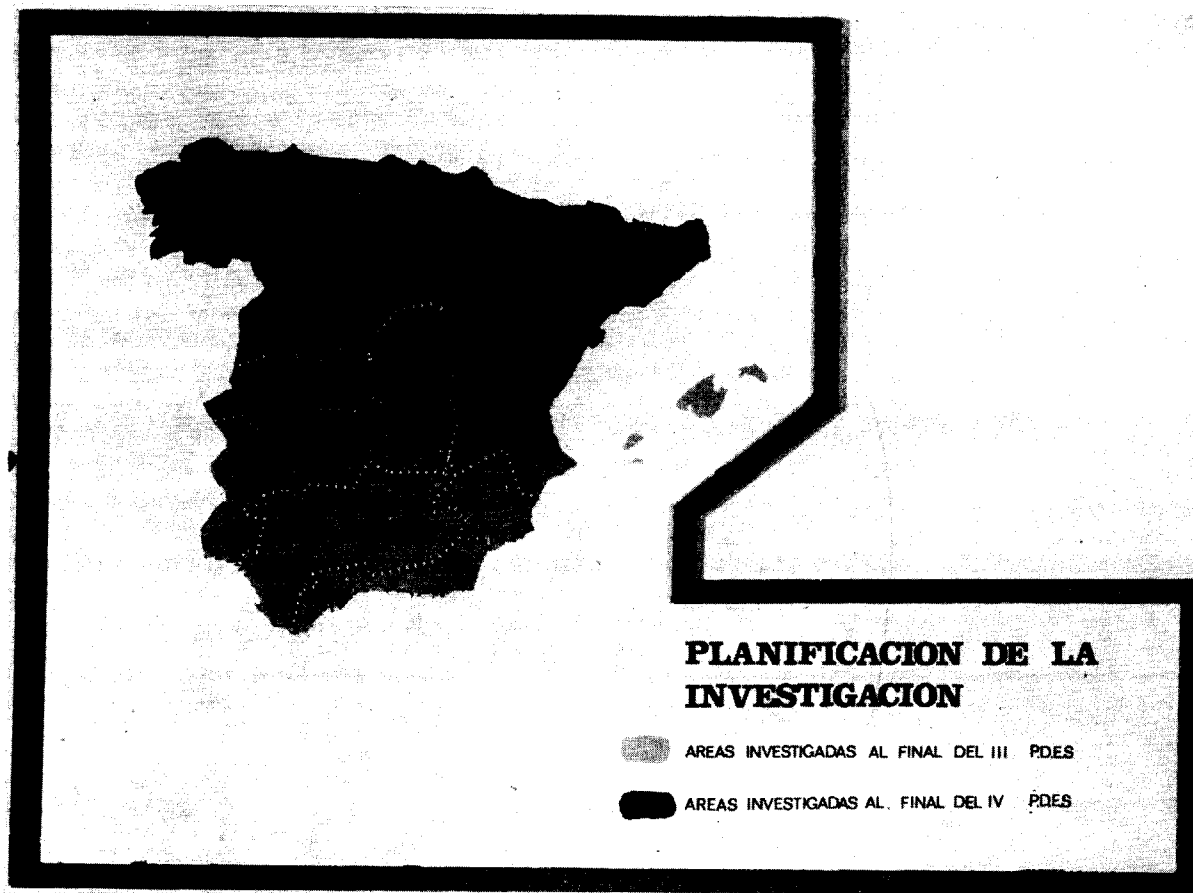
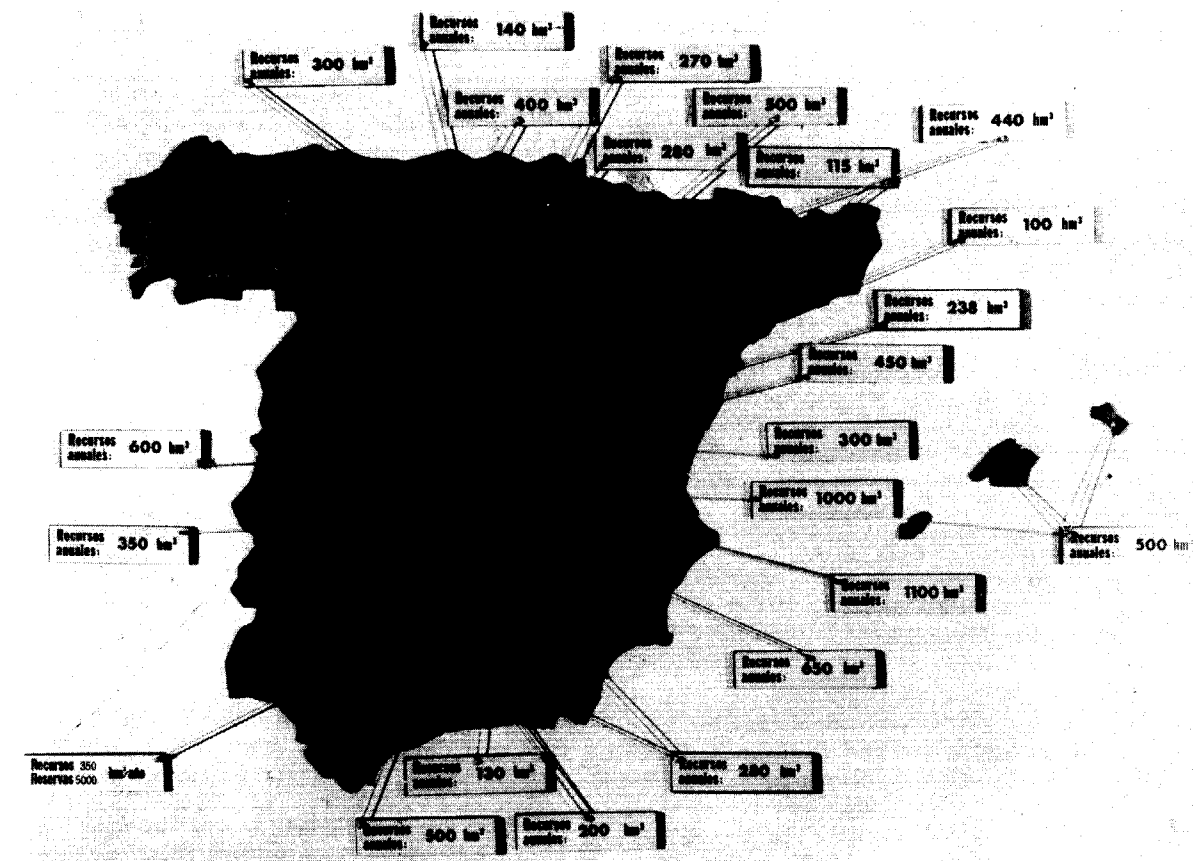
Antes de entrar a explicarles esta fase, les daré a título informativo, una idea somera del balance hídrico de España. De los 330.000 Hm.³ de lluvia que anualmente caen, como media, sobre el País, unos 220.000 se pierden por evapotranspiración. Del resto, 110.000 Hm.³, el 80 por 100 se convierten en escorrentía superficial, el 20 por 100 van a alimentar los embalses subterráneos.

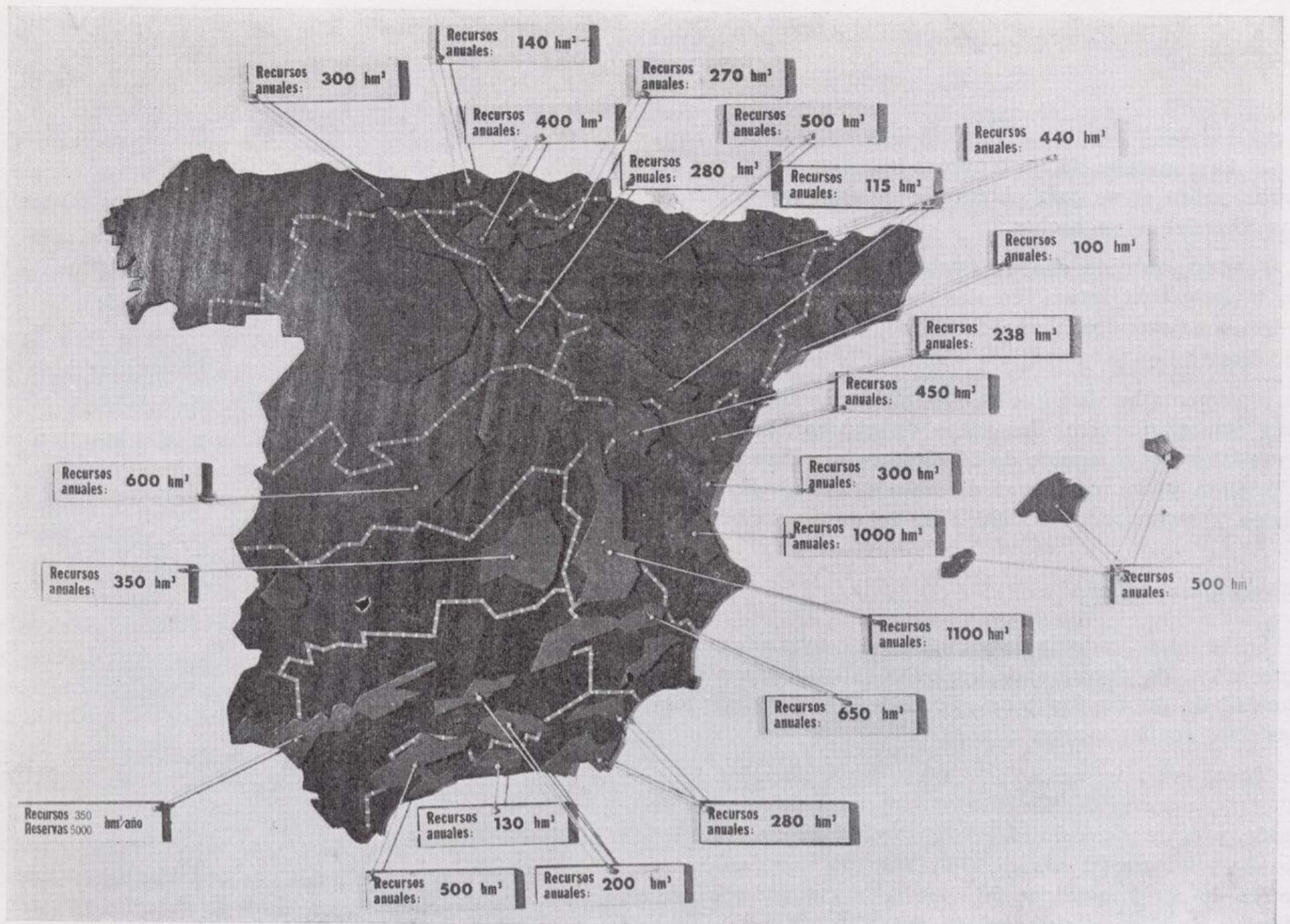
No obstante, la repartición de la escorrentía es muy variable de una cuenca hidrográfica u otra; en las zonas del Mediterráneo español —donde se presentan las mayores demandas—, la participación de la escorrentía subterránea es primordial; así ocurre en la cuenca del Júcar, donde ésta es del orden del 65 por 100; en la del Segura, el 57 por 100; en el Pirineo Oriental, el 45 por 100, así como en la España insular y en la cuenca Sur, parte oriental, cuyos recursos son prácticamente todos de origen subterráneo.

Una vez definidos, delimitados y cuantificados los grandes sistemas acuíferos del país, se prepararon programas de investigación de cada uno de ellos, en los que se definieron los objetivos a alcanzar, las directrices a que debían ajustarse, los estudios y las diferencias técnicas a emplear, con una estimación de los medios necesarios en personal y económicos.

La planificación de la investigación se concibió teniendo en cuenta fundamentalmente:

— La potencialidad intrínseca en aguas de las distintas regiones.





— Las necesidades y problemas planteados en ellas.

— La conveniencia de terminar investigaciones que estaban ya en curso para obtener la máxima rentabilidad a las inversiones ya hechas.

Ponderando todo ello, se estableció la programación de la investigación futura, en dos períodos de cuatro años, correspondientes cada uno de ellos a los próximos Planes de Desarrollo.

Finalmente les diré que la elaboración de este Plan, que tan esquemáticamente les acabo de exponer, supuso una gran labor de un equipo de 36 técnicos, que han invertido cincuenta y dos mil horas de trabajo, manejando 60.000 datos y recorriendo 360.000 Km. del territorio nacional.

Ejecución del Plan.

Se ha planificado la investigación a partir de grandes proyectos, de duración de varios años que tienen como unidad de estudio las grandes cuencas hidrográficas y los sistemas acuíferos antes citados.

Todos estos proyectos los realizan los Ministerios de Industria, a través del Instituto Geológico y Minero de España, y el de Agricultura, por medio del Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA), que asegura los trabajos de perforación que la investigación requiere, con su Parque de Maquinaria.

El año 1972 se inició con la puesta en marcha de los siguientes proyectos:

“Cuenca media y baja del Júcar.”

“Cuenca alta del Júcar y Segura”, prolongación de uno que había comenzado anteriormente.

“Cuenca media y baja del Segura.”

“Cuenca Sur, parte oriental, Almería.”

“Cuenca del Duero.”

Simultáneamente a estas nuevas investigaciones se han continuado los del Proyecto Cuenca del Guadalquivir — en su fase de explotación — y el de las Islas Baleares, comenzadas en época anterior.

En el presente año se han iniciado dos nuevos grandes proyectos:

“Cuenca alta y media del Guadiana.”

“Cuenca Sur, parte occidental.”

Asimismo se ha realizado el inventario del sistema detrítico de Madrid, en la cuenca del Tajo.

En resumen, se están investigando ocho de las 10 grandes cuencas hidrográficas españolas, sobre una extensión de unos 300.000 Km.², que cubren las zonas más interesantes desde el punto de vista de las aguas subterráneas.

Del esfuerzo realizado en el año 1972 dan idea las siguientes cifras:

14.000 metros perforados, en 109 sondeos.

26.000 puntos acuíferos inventariados.

1.075 sondeos eléctricos verticales.

Más 100 ensayos de bombeos realizados.

En la actualidad trabajan en el Plan unos 50 técnicos superiores y unos 60 de grado medio.

Las inversiones previstas para el presente Plan de Desarrollo se elevan a unos 900 millones de pesetas.

Las inversiones previstas para el presente Plan de Desarrollo 1972-1975 se elevan a unos 906 millones de pesetas, compartidas por los dos Ministerios antes citados.

Ahora quisiera referirme, rápidamente, a la nueva orientación, a la nueva óptica que estamos imprimiendo a nuestros trabajos de investigación y que responden al convencimiento que tenemos de que ellos los tienen que sobrepasar, forzosamente, el marco de un estudio hidrogeológico convencional.

Efectivamente, si se quiere que el Plan Nacional sea verdaderamente útil, si se pretende que sea la base para la futura gestión adecuada de nuestros recursos subterráneos, es obligado que los estudios se sitúen dentro del contexto socio-económico de las distintas regiones españolas, contemplando, al mismo tiempo, la problemática de todos los recursos hídricos en su conjunto.

Por ello, las investigaciones van a terminar, en la mayoría de los casos, en modelos hidroeconómicos que mediante la técnica de análisis de sistemas integren los recursos subterráneos de superficies dentro del Sistema de Desarrollo.

Primeros resultados.

Todavía es pronto, un año y medio de comienzo de los trabajos, para hablar de resultados.

No obstante, ya se puede afirmar la utilidad de la investigación planificada a escala del país, que actualmente se realiza y que va confirmando las previsiones hechas.

— Proyecto Bajo y Medio Júcar.

Se está trabajando en esta área tan importante desde el punto de vista del desarrollo, insistiendo especialmente en los importantes embalses de la costa número 30 y 50 del Mapa Síntesis; se han preparado ya dos modelos matemáticos de simulación, el primero de los cuales está ya prácticamente ajustado.

Asimismo se ha hecho un modelo determinista de la escorrentía total de una subcuenca, con el objeto de encontrar una metodología extrapolable al oeste de las cuencas.

Se está analizando con detalle las precisiones del desarrollo de la región para obtener unas demandas reales, todo ello con el objetivo de poder realizar modelos hidro-económicos que faciliten la gestión adecuada de los recursos definidos.

No oculto la gran esperanza con que miramos al porvenir de este Proyecto.

— Proyecto Alto Júcar y Segura.

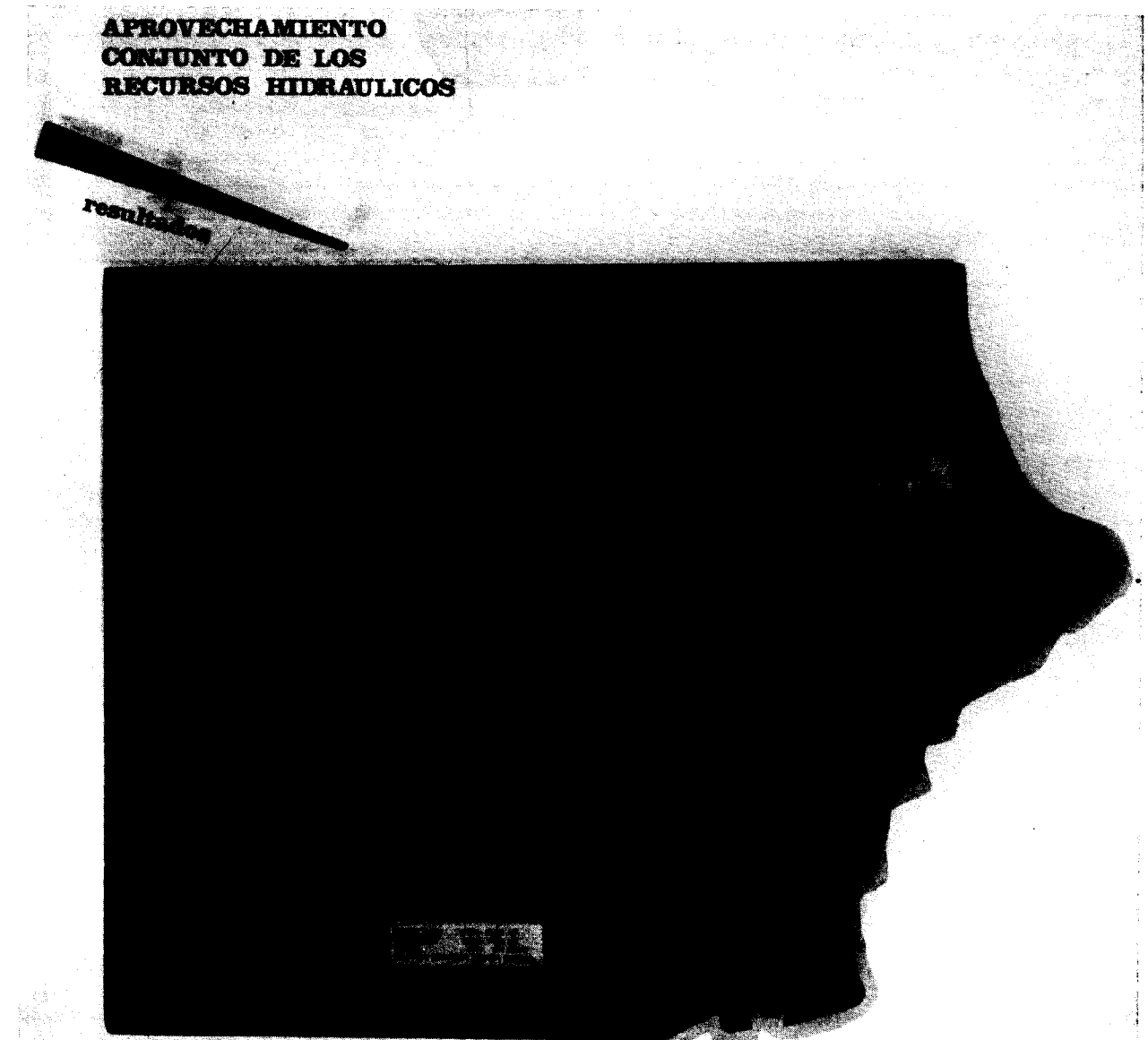
De este Proyecto, junto con el del Guadalquivir, puede afirmarse que han sido los primeros realizados en España de carácter regional y que ha servido para crear una metodología en este tipo de trabajos.

El Proyecto ha definido, delimitado y cuantificado dentro del sistema número 18 un importantísimo embalse de 400 hm.³/año de recursos y una capacidad de em-

área de este Proyecto, a pesar de que la investigación se encuentra algo más atrasada, ya se ha podido evaluar en él unos recursos del orden de los 200-250 Hm.³/año.

— Proyecto Segura Medio y Bajo.

La investigación, hasta la fecha, se ha centrado, fundamentalmente, en las llanuras cuaternarias del río Segura.



balse de 50.000 Hm.³, de los cuales 5.000 son directamente utilizables.

En la actualidad se están realizando las operaciones necesarias para realizar en este embalse subterráneo una explotación experimental de 175 m.³/año durante períodos de seis meses al año.

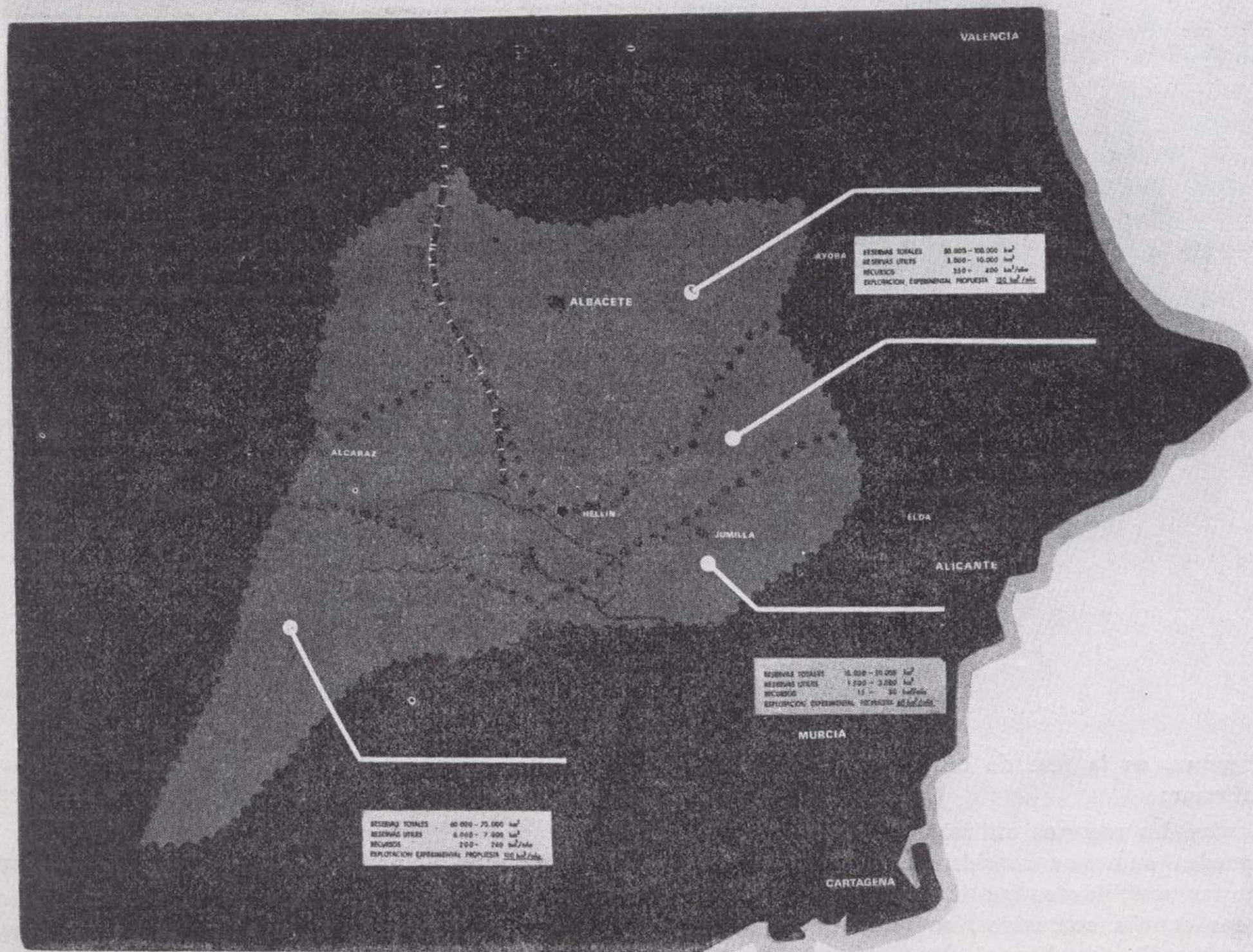
En el sistema 49, que también se encuentra dentro del

Se han definido dos objetivos importantes dentro de él. El primero se refiere a un embalse, constituido por acarreo potentes de hasta 200 m. de espesor, de muy buenas características hidráulicas, en íntima conexión con el río.

La capacidad de almacenamiento se ha evaluado del orden de los 300 Hm.³

APROVECHAMIENTO CONJUNTO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS

resultados



Estas circunstancias dejan abrigar esperanzas fundadas de poder utilizarlo, en mejorar la actual regulación del río y contener con ello recursos suplementarios no utilizados hoy día.

El segundo tema es la existencia de un acuífero en carga, cuya explotación tendría dos efectos: aumentar los recursos de esta zona deficitaria y mejorar el drenaje de la vega del Segura, induciendo un drenaje vertical inducido.

Hay que tener en cuenta que este acuífero se encuentra debajo de una de las zonas agrícolas regadas con aguas superficiales más importantes de España.

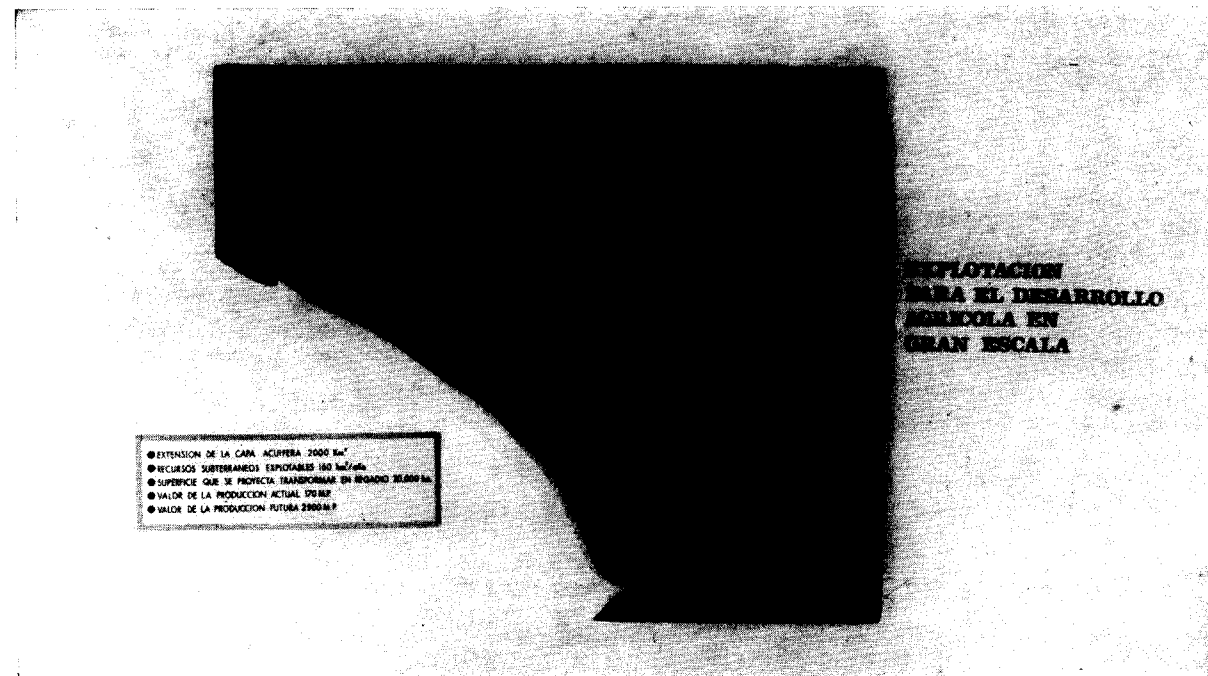
Con estos tres proyectos citados, la investigación, actualmente en curso, sobre las cuencas del Júcar y del Segura.

nes para aportar recursos superficiales extrasistemas a estas dos cuencas, sin integrar antes dentro de ellas los embalses subterráneos, podría acarrear gravísimas consecuencias desde el punto de vista económico y aún del técnico.

Estos resultados prueban ya que, en el futuro, tendrá que contarse irremediamente con el Plan Nacional en cualquier planificación sería que se quiera hacer de nuestros recursos hídricos.

— Proyecto Cuenca Sur, parte oriental (Almería).

La provincia de Almería es la de más baja pluviometría de España; esto, unido a sus condiciones climatológicas, hace que tenga unos recursos hidráulicos —que casi exclusivamente son subterráneos— muy escasos, del orden de los 350 Hm.³/año.



Creemos, en la fase de conocimientos actuales, poder ya afirmar:

— Que los recursos utilizables de la cuenca del Segura pueden aumentar considerablemente si se ponen en juego las posibilidades que le prestan las embalses subterráneos en ella contenidos, en especial con la finalidad de mejorar la actual regulación del río.

— Que una gestión adecuada de las dos cuencas, que están en interconexión a través del gran sistema acuífero número 19 —de recursos superiores a los 1.000 Hm.³—, debe tener en cuenta y utilizar esta circunstancia.

— Que la cuenca del Júcar es, en la actualidad, ampliamente excedentaria en recursos subterráneos, posiblemente la más excedentaria entre todas las de España.

— Finalmente, creemos que emprender nuevas accio-

Ello, junto con una demanda actual del mismo orden, ha dado origen a subexplotaciones de los acuíferos en zonas de la provincia.

El Proyecto tiene como finalidad principal llegar a un conocimiento profundo de la provincia para poder establecer una explotación adecuada de sus recursos, al mismo tiempo que aprovechar los recursos todavía existentes.

Con esta óptica, en el Campo de Níjar, zona donde se presentaban problemas de sobreexplotación, se hizo un estudio profundo, con un modelo matemático de simulación, que ha permitido proponer al Gobierno medidas ordenadoras, que se han traducido en la promulgación de un Decreto-ley modificador de la actual Ley de Aguas.

Con ello, el Instituto Geológico y Minero de España ha cumplido ese papel de servicio público, ordenador de la explotación de los recursos subterráneos que el ordenamiento jurídico nos ha encomendado.

Del resto de la Cuenca Sur, provincia de Málaga, el Proyecto comenzó a mediados de año, y todavía es pronto para hablar del resultado.

— Proyecto Guadalquivir.

No voy a referirme a este Proyecto, que ustedes conocen, seguramente; silamente les diré que, gracias a los estudios pasados, en los que tanto intervinieron la FAO y el IGME, está poniendo actualmente en riego 30.000 Ha. el Ministerio de Agricultura. El Instituto Geológico y Minero de España asegura la dirección técnica de los trabajos, en lo que se refiere a la captación de los caudales subterráneos.

— Proyecto Alto y Medio Guadiana.

Aunque comenzaron los trabajos a mediados de año, ya se ha definido un importante embalse subterráneo, con unos recursos entre 300-400 Hm.³/año y con una capacidad de almacenamiento verdaderamente importante.

La importancia de este embalse es su estrecha relación con el sistema hidrográfico del Guadiana, lo que posibilitará ejercer una acción futura muy eficaz sobre el conjunto de los recursos hídricos totales. Esperamos que las acciones que se puedan proponer en esta zona lleguen a constituir un ejemplo de actuación para casos semejantes. Ya se ha preparado un modelo de simulación en régimen permanente, para centrar el problema.

— Proyecto Duero.

Sobre un área de unos 40.000 Km.² se extiende el acuífero más extenso del país.

Es un acuífero en carga, almacenado en formaciones detríticas muy irregulares con unas explotaciones muy antiguas.

Todo ello hace que la investigación se presente muy compleja, agravado por el hecho que, en último término, estamos en un acuífero, posiblemente, con recursos, en gran parte, no renovables a escala humana.

Para definir el esquema hidrodinámico del conjunto se está preparando un modelo de simulación del conjunto de la cuenca.

Finalmente, no quisiera terminar sin referirme a la labor de recogida y archivo de la información suministrada por la investigación en curso y que forma un Archivo Nacional de Datos.

A finales de 1972 teníamos archivada información de unos 20.000 puntos acuíferos, que puede ser tratada por las técnicas de la informática.

A finales de 1973 esperamos llegar a los 45.000 puntos.

Al mismo tiempo tenemos archivados los resultados que nos suministra la red piezométrica nacional, que hemos comenzado a establecer y que controlamos mensualmente.

En la actualidad dicha red se eleva a 1.200 puntos, y va a ser la base fundamental en la labor de gestión y conservación de nuestros embalses subterráneos, que tiene que ser, a no dudarlo, la misión principal del Instituto Geológico y Minero de España —dentro del campo de las aguas subterráneas— en el futuro.

Nada más. Muchas gracias por su atención.

II Congreso Latino-Americano de Geología

Entre los días 11 y 16 de noviembre de 1973 tuvo lugar, en Caracas, el II Congreso Latino-Americano de Geología. El primero se había celebrado en Lima, en noviembre de 1970.

La asistencia de congresistas fue muy numerosa, así como el número de trabajos presentados, apreciándose una notable mejora en la calidad de las comunicaciones.

Simultáneamente con el Congreso tuvo lugar la Exposición "GEO-LATIN 73", donde diversos países presentaron sus realizaciones en el campo de la geología aplicada.

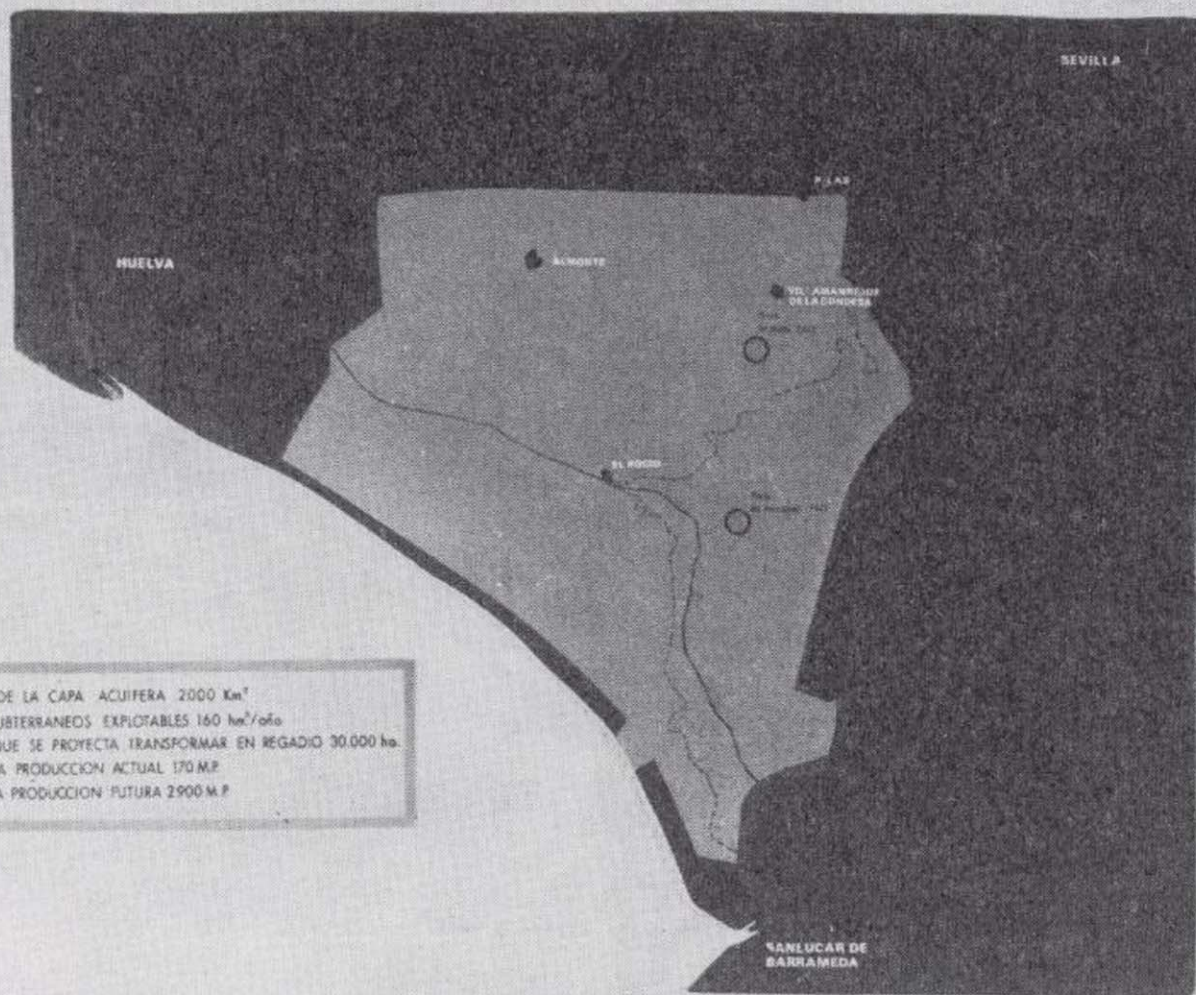
España fue especialmente invitada al Congreso, asistiendo una delegación presidida por el director del IGME, señor Izaguirre, y compuesta por los señores Cantos, Subdirector del IGME; López Azcona, Secretario de la Comisión Nacional de Geología; Alvarado, Echevarría y Vázquez, del IGME; y Burkhalter y Ortiz, de ENADIMSA.

Se presentaron por diversos autores españoles un total de 14 comunicaciones.

El stand español en "GEO-LATIN 73", fue instalado por el IGME y ENADIMSA. El IGME expuso un resumen de sus actividades en la realización del Programa Nacional de Investigación Minera, expresado mediante esquemas, organigramas, fotografías y ejemplos de la cartografía que se está realizando, ENADIMSA dio cuenta, en forma semejante, de sus actividades en materia de exploración geológico-minera y su colaboración en el desarrollo del PNIM.

La exposición fue inaugurada por el Ministro de Minas e Hidrocarburos de Venezuela, acompañado por los Directores Generales de Minas y de Geología, que dedicaron un especial interés a nuestro stand.

Llamó especialmente la atención de los congresistas la amplitud de las materias objeto del PNIM y, muy espe-



- EXTENSION DE LA CAPA ACUIFERA 2000 Km²
- RECURSOS SUBTERRANEOS EXPLOTABLES 160 hm³/año
- SUPERFICIE QUE SE PROYECTA TRANSFORMAR EN REGADIO 30.000 ha.
- VALOR DE LA PRODUCCION ACTUAL 170 M.P.
- VALOR DE LA PRODUCCION FUTURA 2900 M.P.

EXPLOTACION PARA EL DESARROLLO AGRICOLA EN GRAN ESCALA

cialmente, la cartografía geológica 1:50.000 (MAGNA), la cartografía geotécnica y el Programa de Investigación de Aguas Subterráneas. Este interés se tradujo en numerosas consultas sobre los diversos aspectos de los trabajos y la petición de colaboración con España para su aplicación en América y la formación de sus técnicos en nuestros proyectos. La participación española en la Exposición ha sido una sorpresa para la mayoría de los asistentes al Congreso, que no conocían el desarrollo que las acti-



vidades geológico-mineras han tenido en nuestro país en los últimos años.

A lo largo del Congreso tuvieron lugar numerosas reuniones de organismos internacionales: Comisión Permanente del Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica, Comisión del Mapa del Mundo, Mesa Directiva del Congreso y Directores de Servicios Geológicos Latinoamericanos.

Los principales acuerdos tomados por el Congreso han sido:

- Celebrar el próximo Congreso en Méjico, el año 1976.
- Crear una Asociación de Directores de los Servicios Geológicos Latinoamericanos.
- Crear una cuarta Vicepresidencia del Congreso, constituida por las Antillas menores y las Guayanas. Las otras tres son: Area del Caribe, Area del Pacífico y Area del Atlántico.
- Crear las Asociaciones Latinoamericanas de Geología y de Editores de Geociencia.
- Fomentar el intercambio de asistencia técnica en materia minera, entre los países latinoamericanos.

ASOCIACION DE INSTITUTOS Y SERVICIOS GEOLOGICOS LATINOAMERICANOS

Durante el II Congreso Latinoamericano de Geología, celebrado en Caracas en noviembre último, tuvieron lugar una serie de reuniones de Directores de Institutos y Servicios Geológicos Latinoamericanos, a las cuales asistieron todos los países latinoamericanos presentes en el Congreso y, con intereses especiales, España, Portugal, USA y Canadá.

Como consecuencia de estas reuniones, se acordó constituir el Consejo Consultivo de Directores de Servicios Geológicos Latinoamericanos, con el fin de mantener un contacto continuo de estos Servicios para una mayor cooperación en el intercambio de información geológica, la exploración de recursos naturales, el intercambio de especialistas, los levantamientos geológicos en zonas limítrofes, etc.

El Consejo constará de un Comité Ejecutivo, formado por un Presidente, un Secretario Ejecutor y cuatro representantes de las Areas del Caribe, Pacífico, Atlántico y Antillas Menores.

Los cargos serán desempeñados por las mismas personas que constituyan el Comité Ejecutivo de los Congresos Latinoamericanos de Geología.

El Consejo Consultivo se reunirá al menos una vez por



año y, el Comité Ejecutivo, cada vez que lo estime necesario. Se redactará un Reglamento que será aprobado en la próxima reunión plenaria y se procederá, seguidamente, a intercambiar la información sobre la constitución de cada Servicio y sus fines, las facilidades técnicas que cada uno puede ofrecer a los demás y las ayudas que a cada país interese solicitar del Consejo.

II Reunión sobre Geología del SW de la Península Ibérica, 1973 (*)

Durante la primera semana del mes de julio se ha celebrado la II Reunión sobre Geología del SW de la Península Ibérica, proyectada en un principio para el año 1972 según los acuerdos tomados en Evosa, la sesión de clausura de la I Reunión, fue aplazada un año por razón de índole práctico.

Su temática se centró preferentemente en dos problemas interesantes en el hercínico Ibérico: granitos y metamorfismos del centro del Macizo Hespérico y series sedimentarias anteordovícicas con el nombre del complejo esquisto grauváquico.

Según el espíritu que han pretendido dar a este tipo de reuniones del SW los profesores C. Teixeira, de Lisboa, y L. C. García de Figuerola, de Salamanca (bajo cuya iniciativa y coordinación nació en 1969 el grupo del SW), se ha intentado limitar al máximo el carácter protocolario, reducir a lo estrictamente necesario el tiempo de exposición de las comunicaciones presentadas y dar una mayor importancia a las excursiones Geológicas, con la consecuente discusión sobre los aspectos observados directamente y las interpretaciones del director o directores de la excursión.

De acuerdo con las anteriores premisas la reunión se realizó según el siguiente programa:

Sesión de apertura.

Tuvo lugar el día 2 de julio a las diez horas en el salón de actos de la Caja de Ahorros de Cáceres, la sesión fue presidida por el Excmo. Sr. Presidente de la Diputación Provincial, que en nombre de la provincia dio la bienvenida a los asistentes y exhortó a continuación los trabajos emprendidos en pro del conocimiento geológico de estas regiones.

Sesión científica.

Finalizada la sesión plena de apertura y tras una breve pausa, el profesor L. C. García de Figuerola presentó las directrices para el desarrollo de las sesiones científicas que en esta segunda reunión del SW quedarían reducidas a dos, en beneficio de las excursiones.

Las comunicaciones que se presentaron se publican en este número gracias a la amabilidad del Instituto Geológico y Minero. Como es lógico cada autor o grupo de autores es responsable exclusivo de las ideas contenidas en su trabajo.

Teniendo en cuenta los problemas abordados en estas

(*) Por L. G. Corretgé.

N. de la R.—Con este primer Fascículo del Año 1974 se comienza la inserción de la totalidad de los trabajos presentados en la II Reunión sobre Geología del SW y que irán apareciendo en los sucesivos Fascículos de este tomo LXXXV, Año 1974.

comunicaciones, se ve un claro dominio de los temas estratigráfico-tectónico seguidos de los plutónicos y metamórficos. Quizá la no existencia de una temática única, influyó en algunos componentes del grupo que plantearon la posibilidad de constituir varias comisiones, idea que fue rechazada, como se indica en la reseña de la sesión de clausura: Los integrantes del grupo no son muchos y los problemas del Macizo Hespérico en parte SW no se pueden desligar unos de otros.

Datos sociales.

Una vez finalizada la sesión científica de la tarde se prosiguió un recorrido por la ciudad, visitándose la montaña de Cáceres, donde fue ofrecido por el Excelentísimo Ayuntamiento de la ciudad, un vino de honor a los asistentes de la reunión. Por la noche los asistentes tuvieron ocasión de conocer la parte antigua de la ciudad guiados por las explicaciones amenas y magistrales del bibliotecario del Excelentísimo Ayuntamiento de la ciudad de Cáceres.

Excursiones.

Se proyectaron cuatro excursiones, dos en territorio español y las restantes en Portugal.

Día 3: Excursión dirigida por L. G. Corretgé, de la Universidad de Salamanca, tuvo como objeto conocer una serie de problemas concretos de la Geología de los granitos olocronos-epizonales del centro del Macizo Hespérico, con tal motivo toda la excursión se centró en el batolito de Cabeza de Araya (Cáceres) y Stocks satélites.

Los temas tratados en las distintas paradas se centraron en:

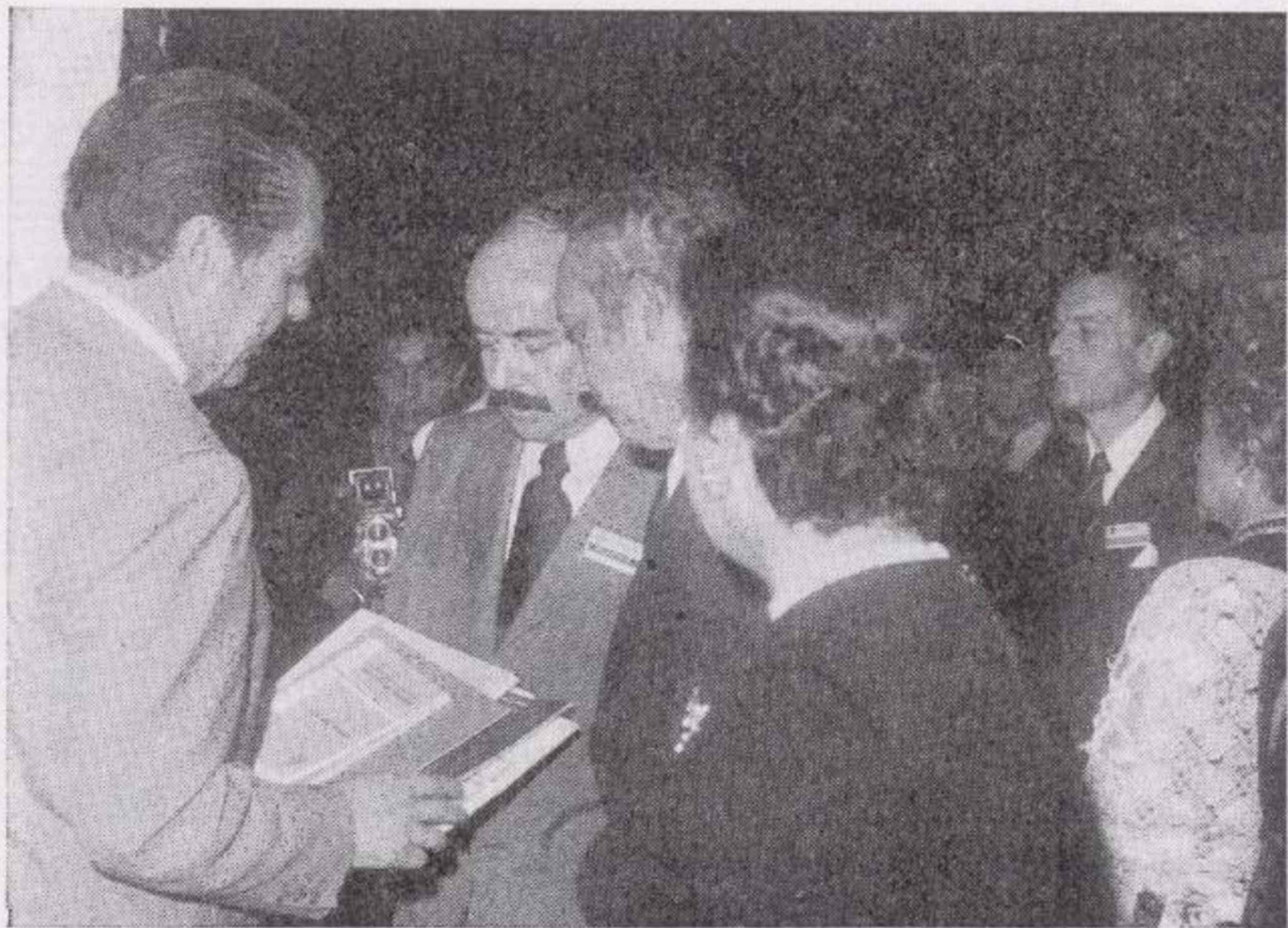
- a) Tipos de granitos y relaciones entre facies graníticas.
- b) Zonaciones graníticas y procesos de diferenciación.
- c) Facies graníticas granatífero-cordieríticas.
- d) Afloramientos del dique de Plasencia-Alentejo.
- e) Procesos de diferenciación cuarzodioritas-aplogranitos.
- f) Diques básicos, características diferenciales.

La excursión, con ligeros variantes, se ajustó al programa que se indica a continuación por considerarlo interesante para el lector que desee recorrer la zona.

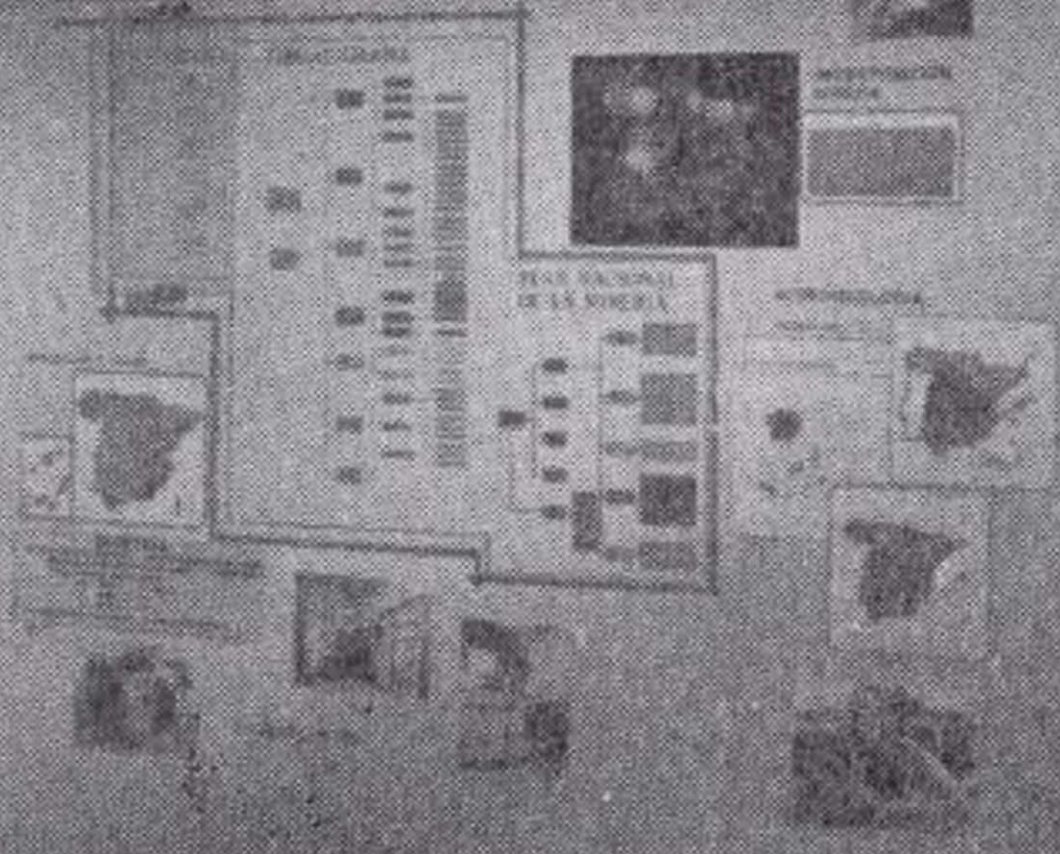
Itinerario del día 3 de julio de 1973.

— Carretera de Salamanca.—Se atraviesa el granito de negacristales feldespáticos.

— Km. 201. Carretera local de Arroyo de la Luz a Ca-



MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS
MINERÍA CARBONÍFERA Y MINERÍA DE ESPERA



MINERÍA CARBONÍFERA Y MINERÍA DE ESPERA

MINERÍA CARBONÍFERA Y MINERÍA DE ESPERA

MINERÍA CARBONÍFERA Y MINERÍA DE ESPERA

MINERÍA CARBONÍFERA Y MINERÍA DE ESPERA

MINERÍA CARBONÍFERA Y MINERÍA DE ESPERA

MINERÍA CARBONÍFERA Y MINERÍA DE ESPERA

- sar de Cáceres.—Continúa el mismo tipo de granito.
- Km. 12,500, tránsito insensible al granito de grano grueso no porfiroide. La morfología es similar a la del granito de negacristales.
 - Km. 8,300, 1.^a parada observación in situ del granito de Zafrilla en sus dos facies más representativas: Granito de dos micas grano medio a grueso, con minerales aluminíferos y aplogranitos típicos. En el panorama se destaca, hacia el Sur la morfología correspondientes a las facies aplitoides.
 - Km. 6: 2.^a PARADA.—Observación de las facies apliticas. Desde este punto se retorna a la carretera de Salamanca.
 - Km. 195: 3.^a PARADA.—Observación del granito de negacristales feldespáticos (biot. - moscov - cordierita), schlieren, bandeados holofeldespáticos, diques, etc.
 - Desvío por la carretera local de Garrovillas.
 - Km. 2,900.—Tránsito granito-pizarra en la zona triturada por el accidente tectónico de Plasencia.
 - Km. 3,300, 4.^a PARADA.—Observaciones y explicaciones sobre el microgranito granatífero-cordierítico con negacristales feldespáticos, observaciones del dique básico de Plasencia-Alentejo.
 - Continuación por la misma carretera a través de las pizarras del complejo esquisto-gruváquico (esquistos de Beiras) hasta Garrovillas. Desde esta localidad hasta Las Navas atraviesan distintos tipos de granitos con predominio del de negacristales.
 - Carretera de Las Navas a Brozas.
 - Km. 36,500. 5.^a PARADA.—Observación de los granitos tectonizados en Brozas.
 - Cruce a Villar del Rey. PARADA discrecional para observar un dique básico perteneciente al haz de diques básicos de Alcántara-Brozas.
 - Alcántara: Breve parada turística en el puente romano.
 - Subida a la penillanura por la carretera a Piedras Albas. Se atraviesa el "stock" granítico de Estorninos.
 - Desvío por la carretera de Ceclavín.
 - 6.^a PARADA: Observación panorámica de las formas erosivas de los granitos que forman el batolito (Discusión). Al norte se observa el sinclinal de Cañaveras.
 - 7.^a PARADA.—Puente nuevo sobre el río Alagón. Observación de la cuarzdiorita y diques asociados.
 - Regreso a Cáceres por la C. de Ceclavín.—Portezuelo.

La segunda excursión se efectuó el día 4, dirigida por J. M. Ugidos, de la Universidad de Salamanca, tuvo como finalidad conocer los interesantes problemas del área granítica de Béjar-Plasencia, que si bien presenta facies similares a los granitos de Extremadura central, el carácter autóctono de sus facies graníticas permite afinar determinados factores petrogenéticos.

Los temas tratados durante esta jornada, en diferentes paradas, fueron, en líneas generales:

- a) Tipos de granito.
- b) Relación de facies graníticas.
- c) Metamorfismo, tipos y procesos de unatexia inducida.
- d) Granitos de nódulos cordieríticos de Candelario. Se siguió el siguiente itinerario:

Itinerario del día 4 de julio de 1973.

- Carretera de Salamanca. 1.^a PARADA, en Plasencia. Km. 127. Granito porfídico de dos micas.
- 2.^a PARADA, en Villar de Plasencia. Km. 112; granito de dos micas, facies de grano fino. Relación con el granito anterior.
- 3.^a PARADA, Gargantilla. Km. 97: Afloramiento de la banda Neisico-milonítica. Explicación de sus características y relación con la fractura de Plasencia.
- 4.^a PARADA. Km. 91: Granito biotítico cordierítico. Explicación de sus características y relación con las rocas encajantes.
- 5.^a PARADA. Km. 76: Granito biotítico con negacristales. Enclaves cuarzdioríticas.
- 6.^a PARADA. Carretera de Béjar a Candelario. En esta última localidad, observación y explicación de los granitos apliticos de nódulos.
- 7.^a En Km. 68, desviación a Valdesangil: migmatitas cordieríticas. Explicación de su génesis y relación con granito biotítico. Explicación sobre las alineaciones graníticas en Jorobas.

En función de tiempo disponible se pueden hacer, además, las siguientes paradas.

- Km. 61: Granitos Rosa.
- Km. 8: Carretera a Béjar a Barco de Avila: Granitos heterogéneos de anatexia.

Regreso a Cáceres, por la misma carretera.

La tercera excursión, efectuada el día 5, por territorio portugués, fue dirigida por V. Pereira, de Coimbra. Tuvo como finalidad el conocer los diversos tipos de granitoides de Beira-Baixa. En las paradas efectuadas se mostró a los asistentes:

- a) Diversos tipos de granitos del Complejo de Castelo Branco.
- b) Granitos porfiroides de S. de Covilha.
- c) Complejo circular de Fundao: Facies, explicación sobre las diversas generaciones de fémcios, etc.

Finalizada esta excursión, se pernoctó en la ciudad portuguesa de Covilha.

La cuarta excursión, realizada el día 6, por la sierra de la Estrella fue dirigida por Peinador Fernandes, de Lisboa. En ella se mostraron varios tipos de granitos de quimismo diferentes y algunos aspectos particulares en

granitología sumamente interesantes, tales como granitos orbiculares. En líneas generales, temática tratada en las paradas y centro en:

- a) Granitos alcalinos y calcoalcalinos.
- b) Facies graníticas orbiculares.
- c) Filón dolérrico de Canto Magro.
- d) Morfología glaciar.

Sesión protocolaria.

Finalizada la excursión por la bellísima región de la Sierra de la Estrella se celebró una sesión protocolaria en la Cámara de Guarda, donde por parte de las excelentísimas autoridades portuguesas se expresó el deseo de que las excursiones de la reunión hubiesen resultado fructíferas. El presidente de la Cámara, V. Pereira, en su doble condición de Presidente de la ilustre corporación de Guarda y geólogo, brindó todo su apoyo a ulteriores reuniones, ofreciendo la ciudad de Guarda como sede de una próxima reunión. Seguidamente, los profesores Teixeira y G. de Figuerola agradecieron la hospitalidad brindada a los asistentes y resaltaron la importancia y conveniencia de estas reuniones.

Después de la reunión protocolaria, el presidente de la Cámara ofreció una comida a los asistentes de la II Reunión del SW de la Península Ibérica, finalizada la cual se celebró la sesión clausura en la Escuela Industrial.

Sesión de clausura.

Se celebró bajo la presidencia de los profesores Teixeira y Figuerola, tras un cambio de impresiones generales entre los asistentes a la II Reunión se tomaron una serie de acuerdos que fueron aprobados por la mayoría de los asistentes.

1.^o Se acuerda continuar realizando este tipo de reuniones.

2.^o Se insiste en el carácter eminentemente práctico de las reuniones que han de centrarse, sobre todo, en excursiones, en las zonas de interés.

3.^o Se desestima la subdivisión en comisiones, a pesar de que el Hespérico interesa a especialistas de muy diversa procedencia por creer que esto perjudicaría al carácter "familiar" de estas reuniones.

4.^o Se acuerda aclarar al máximo la fusión en un sólo grupo del Macizo Hespérico. Los grupos del NW y SW, ya que prácticamente están formados por las mismas personas, y abordan temáticas comunes.

5.^o Tras votación entre los dos posibles temas a considerar en la próxima reunión: Complejo esquisto-gruváquico y Geología de la Faja Piritosa. Se acuerda celebrar la III reunión en el año 1975, en el sur de España y Portugal, sobre el tema general "Geología de la Faja Piritosa".

Noticias

GEOLOGIA

LITOTECA DEL IGME

Ha quedado almacenado en la litoteca del IGME la totalidad del material de muestras y preparaciones correspondientes a las Hojas Geológicas E. 1:50.000 (MAGNA) realizadas durante los años 1971 (Hojas Piloto) y 1972, lo que representa un total de 92 hojas.

Actualmente se pasa a ordenador los datos de las fichas ubicadas en este almacén de todos estos materiales.

CORTES GEOLOGICOS A TRAVES DEL EIFEL

Con el último "corte de orientación" terminó en días pasados un colosal proyecto de investigación geológica en

el que trabajaron desde 1937 científicos del instituto de investigaciones y del museo de historia natural de Senckenberg (Frankfurt), buscando sistemáticamente fósiles en la región del Eifel. La finalidad de sus esfuerzos es determinar lo más exactamente posible los límites de esa formación geológica.

Ahora se trata de explorar sistemáticamente un sitio interesante de restos fósiles a fin de obtener la imagen más completa posible de su mundo de vivientes o de las etapas por las que atravesaron estos en las diversas épocas geológicas. Los cortes geológicos practicados en el Eifel son parte de un plan internacional de generalizar la crónica fósil de la historia de la tierra.

El reloj geológico puede llegar a aumentar la fineza de su precisión cuando se conoce en un lugar la historia ininterrumpida de la formación geológica de todas sus capas fósiles. En Eifel se encuentran rocas de gran parte de la formación devoniana, muy completas y ricas en fósiles. En los terrenos de labrantío se descubren en cantidades conservadas en la piedra caliza valvas, cangrejos y

corales del mar primitivo que cubrió la región hace trescientos millones de años.

Se trabajó con pala mecánica que arrancó el estrato superior de tierra descompuesta hasta dar con la roca calcárea del Eifel, sólida, dura, no erosionada. Luego comenzaron los geólogos y los técnicos a examinar veta por veta, banco por banco, que corren en dirección oblicua a la de la zanja de sondeo. Toda espina de aleta de tiburón, todo resto de animal o coral hubo de ser desprendido cuidadosamente, envuelto en papel periódico, rotulado y numerado.

Con ayuda de la Sociedad Alemana de Investigaciones se ha archivado las características distintivas de quince a veinte millones años de la historia de la tierra. Mediante su reconocimiento científico se puede calcular con gran precisión la edad de las capas de formación devoniana.

Interesante hallazgo inesperado son los curiosos depósitos de arcilla encontrados entre los bancos de caliza y que fueron interpretados en un principio como estratos de erosión. Exámenes con el microscopio han descubierto que se trata de depósitos de cenizas volcánicas arrojadas al fondo del antiguo mar del Eifel. Nadie sabía hasta entonces que el Eifel —clásica región volcánica de Alemania en el pasado más reciente de la tierra, de los últimos millones de años hasta el octavo milenio— hubiese sido escenario de actividades volcánicas ya hace trescientos veinte a trescientos treinta millones de años.

Aún no se sabe dónde estuvieron situados los cráteres que arrojaron tales cenizas. Probablemente a la orilla derecha del Rin. De todas maneras, esas cenizas, convertidas hoy en "bentonita" son una marca cronológica de gran valor para las ciencias geológicas.

MINERIA

SE IMPORTARA BAUXITA DE BRASIL Y GUINEA

Existe un acuerdo para producir alúmina en la Ría de Arosa, para lo que será preciso proveerse de bauxita de Guinea y Brasil, aunque está pendiente un acuerdo para que sea de propias minas españolas. Se espera pasar a una producción de 800.000 toneladas.

SESENTA MIL FRASCOS DE MERCURIO PRODUCIRAN LAS MINAS DE ALMADEN EN 1973

En unos 60.000 frascos, aproximadamente, se calcula la producción de mercurio de minas de Almadén durante el año 1973. La cifra indicada supondría un incremento del 20 por 100 respecto al año 1972, en que se alcanzó una producción de 50.028 frascos. En el primer semestre de 1973, la producción ascendió a 29.952 frascos, dice Europa Press.

Las exportaciones de mercurio han superado en el año 1973, los 50.000 frascos, lo que permitirá al Ministerio de Hacienda, propietario del establecimiento minero de Almadén, obtener unos beneficios superiores a los 800 millones de pesetas. En 1972 se exportaron 34.632 frascos, cuyo valor ascendió a 410 millones de pesetas.

ESPERANZA DE MAYOR EXTRACCION DE LIGNITO

Los directores de la Rhembraun se proponen extraer los 4.500 millones de toneladas de lignito que reposan en bajo una superficie de unos 36 kilómetros cuadrados, y que en su mayor parte está cubierta de bosques y donde se encuentran asentados algunos pueblecitos. Para ello habrá que desgarrar la superficie de la tierra hasta unos 600 metros de profundidad con excavadoras con una capacidad de extracción de hasta 300.000 toneladas diarias, y amontonar los escombros en montes de hasta 150 metros de altura.

En el próximo siglo, cuando se haya extraído completamente el carbón, sólo quedará el agua como material de relleno. El agujero se convertirá en un gran lago, en el que vertirá sus aguas el Rin. Entre la corriente fluvial y el "agujero de Hambach" se construirá un conducto subterráneo de 45 kilómetros de longitud.

Las canteras de la Rheinbraun, en las cercanías de Hambach, son ya las más grandes del mundo. Y allí tiene que lucharse, con ayuda de innumerables bombas, contra el peligro constante de verse anegadas por las aguas subterráneas. El agua fluye en el Rin. Próximamente se conectará la red de aguas potables de Neuss y Düsseldorf a las bombas de achique de tales minas. Por cada tonelada de carbón habrá que sacrificar en el proyecto de Hambach 14 toneladas de agua.

La dirección de la RWE y la RBW calcula con una inversión de hasta cinco mil millones de marcos para el proyecto de Hambach. Esto es, por cada tonelada almacenada un marco.

La prospección de Hambach funcionaría ya desde hace tiempo si el lignito—la energía primaria más barata junto a la nuclear—no se hubiese visto refrenado en su expansión desde hace años—a pesar de la constante construcción de centrales de energía en los alrededores de la cuenca minera. Cavadoras de 70 metros de altura y 200 de longitud suministran noche y día a los hornos de las centrales energéticas grandes cantidades de lignito. Pero se habría extraído una cantidad mucho mayor de carbón si Bonn y Düsseldorf no hubiesen subvencionado, por razones sociales y políticas, preferentemente una y otra vez el carbón de piedra, mucho más caro.

El lignito no tiene que ser forzosamente reducido a polvo para alimentar los hornos de las centrales, sino que, en opinión de Erwin Gärtner, "si siguen ascendiendo como hasta ahora los precios del petróleo, en los años

80 se podría obener con rentabilidad gasolina del lignito".

Los investigadores de los consorcios se esfuerzan por todos los medios por hallar nuevas modalidades de aplicación del lignito. En colaboración con la instalación experimental nuclear de Jülich, tratan de obtener la gasificación del lignito con ayuda de un proceso térmico en los reactores nucleares de temperatura alta. El gas procedente del lignito podría servir para rellenar las lagunas que comienzan a percibirse en el suministro de gas natural.

COLOMBIA DESEA DESARROLLAR SU MINERIA

El Gobierno colombiano tiene mucho interés en potenciar muchos de sus recursos mineros que estima no se han desarrollado suficientemente.

INGEOMINAS, Organismo del Ministerio de Minas y Petróleos, dedicado a la prospección de nuevos recursos y a los estudios geológicos, desarrolla actualmente una creciente actividad en la exploración de fosfatos, carbones y aguas subterráneas.

Un reciente acuerdo con las Naciones Unidas permitirá estudios detallados sobre los metales básicos de las Cordilleras Central y Occidental, los minerales de hierro de Cerro Matoro y Córdoba, las lateritas níquelíferas de Córdoba y Antioquía y los siempre famosos yacimientos de esmeraldas y metales preciosos, en varias regiones del país.

Para el desarrollo minero dispone Colombia de otra Entidad estatal, ECOMINAS, cuya actividad es paralela y coordinada con la de INGEOMINAS.

Colombia es el país de América latina con más reservas de carbón (40.000 millones de toneladas). Son yacimientos cretáceos y miocenos, muchos de los cuales han sufrido una intensa metamorfosis que los ha transformado en verdaderas hullas, en parte coquizables, y en antracitas.

Otros recursos poco estudiados y que potencialmente pueden tener gran importancia, son los cobres de la zona del Pacífico, el apatito y las rocas ultrabásicas laterizadas con contenidos aprovechables de níquel y cobalto.

COBRE DE CUAJONE (PERU).

Un equipo de ejecutivos de la Southern Perú Copper Corporation está gestionando un préstamo de 200 millones de dólares para financiar la explotación del cobre de Cuajone. La gestión se realizará ante un Consorcio Internacional de 28 Bancos de diferentes países. El préstamo se está tramitando con la garantía de la explotación de los citados yacimientos de acuerdo al contrato firmado con el Gobierno del Perú. Hasta ahora, la

Southern ha invertido 160 millones de dólares en el proyecto Cuajone.

CIFRA RECORD EN DIVISAS PARA LA MINERIA PERUANA

"En 1976, Minero Perú estará en condiciones de comercializar toda la producción minera nacional, contando con su propia estructura de comercialización minera en el exterior." En diciembre de 1973, el valor total de las exportaciones mineras debe alcanzar una cifra record de 550 millones de dólares. Referente a las metas de refinación, en el año 1975 se lograrán 150.000 toneladas de cobre electrolítico, y 87.000 toneladas métricas de cinc.

Los programas de exploración hacen ver que las cifras calculadas por las empresas extranjeras no tenían nada de verdad. Cerro Verde, por ejemplo, según la empresa norteamericana Anaconda tenía 150 millones de toneladas de mineral de cobre. Producida la caducidad, luego de cincuenta años de concesión, Minero Perú determinó recientemente su real magnitud en un valor de 210 millones de toneladas de cobre.

Al mismo tiempo, a escasos 500 metros, se descubrió otro yacimiento: Santa Rosa. En estos momentos, Cerro Verde y Santa Rosa significan un potencial de 1.000 millones de toneladas de mineral de cobre.

Suprimido el régimen de concesiones petrolíferas de 17 millones de hectáreas del régimen anterior, quedan solamente 120.000 hectáreas. Todas las demás han caducado y han sido revertidas al Estado.

En estos momentos, el 100 por 100 de la refinación está en manos de Petróleos del Perú, debiendo entrar en funcionamiento, en 1976, la ampliación de La Pampilla, con 76.000 barriles diarios más de petróleo, y Bayonar, con 150.000 barriles diarios en el mismo año.

Las metas en cuanto a energía producida llegará a dos millones de kilovatios de potencia instalada en 1973, a 2.500.000 en 1975 y a 4.000.000 de kilovatios en 1980.

HIDROGEOLOGIA

LA RIADA DEL SUDESTE, CONSECUENCIA DEL ABANDONO HIDROGEOLOGICO

El procurador don Juan Antonio Gómez Angulo ha pedido la constitución, por ley, de una comisión de estudio para elaborar soluciones a largo plazo en la provincia de Almería, afectada por las recientes riadas; también solicita, en ruego al Gobierno, se dé carácter de plan Almería a las acciones ya proyectadas y a las que del estudio en cuestión se deduzcan.

En el cuerpo argumental de su escrito, el procurador dice:

"La riada que el 19 de octubre de 1973 ha asolado la provincia de Almería y parte de las de Granada, Murcia y Jaén no ha sido un fenómeno imprevisible, sino la lógica consecuencia del abandono hidrogeológico de una región—la única de Europa clasificada como árida—frente a un régimen de lluvias torrenciales, en terrenos no consolidados, faltos de repoblación forestal en la cabecera de torrentes, barrancos, ramblas y ríos, y carente de toda acción de corrección hidráulica superficial y subterránea."

El señor Gómez Angulo considera urgente acometer las siguientes obras:

1. Construcción del embalse del Almanzora.
2. Encauzamiento del mismo río Almanzora.
3. Construcción del pantano del Adra, incluido en el III Plan de Desarrollo Económico y Social.
4. Encauzamiento del río Adra.
5. Anticipación en el programa nacional de autopistas de la ya proyectada de Puerto Lumbreras a Adra.
6. Idem de la de Puerto Lumbreras a Granada.
7. Aceleración en el proyecto y ejecución de la red de carreteras de alta velocidad Murcia-Almería y Almería-Málaga.
8. Puesta en marcha del Polo de Promoción Turística, incluido en el III Plan de Desarrollo Económico y Social y no iniciado.
9. Adjudicación de caudales elevados de la operación acueducto Tajo-Segura.
10. Siendo *necesaria la promulgación de una ley de Aguas de Almería*, dicha ley debe ser más amplia y contemplar, junto al estudio hidráulico total, la reestructuración de la provincia.

CONTROL AUTOMÁTICO DEL AGUA DE LOS RÍOS EN BELGICA

Desde hace algún tiempo están sometidas las aguas de los ríos belgas a un control electrónico central. La instalación electrónica de ordenación de datos conectada con numerosos puntos de medición a través de la red de un sistema cibernético, se encargará en una fase posterior no sólo de controlar la contaminación de los ríos, sino también de calcular previamente la altura y posición de las esclusas y encargarse automáticamente de que todos los ríos y canales belgas lleven un caudal óptimo. Actualmente han sido instalados 37 puntos de medición en el Mosa y en el Sambre, a los que les seguirán 28 estaciones principales y 12 secundarias antes de que finalice el año.

ENERGIA

NUEVA CENTRAL NUCLEAR EN ZAMORA

En la Delegación del Ministerio de Industria de esta capital ha sido presentada una solicitud para la construcción de una nueva central nuclear de 1.000 megavatios de potencia en la zona de Moral de Sayago, Moralina y Villalcampo, con una inversión de 20.233 millones de pesetas. Dicha potencia será tres veces superior a la de todos los saltos juntos existentes en la provincia.

SE CONSTRUIRA UNA PLANTA DE CONCENTRADOS DE URANIO

Ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria de esta capital, la Empresa Nacional del Uranio ha solicitado autorización para construir una planta de concentrados de uranio con una capacidad de producción de 100.000 toneladas anuales. La planta se ubicará posiblemente en el término municipal de Saelices el Chico (Salamanca), y tratará los minerales procedentes principalmente de Ciudad Rodrigo, donde se encuentran los yacimientos de uranio más importantes hasta ahora en España.

NUEVO GRUPO ELECTROTÉRMICO, EN LANGREO

Será el de más rendimiento del país y aprovechará gran cantidad de carbones pobres de la cuenca del Nalón.

El nuevo grupo electrotérmico, que costará 3.000 millones de pesetas, será instalado en la localidad asturiana de Lada.

El citado grupo electrotérmico, que ya ha sido autorizado por el Ministerio de Industria, tendrá una capacidad de producción de 350.000 kilovatios y será, sin duda, el de mayor rendimiento del país, a la vez que garantizará la máxima utilización de los carbones pobres de la cuenca del Nalón, lo que indirectamente hará más rentables las minas de la zona.

Una interesante novedad de este complejo, que será dotado de un sistema de transporte por cinta desde la bocamina a los quemadores de la central térmica, es que está prevista la utilización de nuevos métodos depuradores de humos, que mejorarán las actuales condiciones ambientales de Langreo.

El montaje del nuevo grupo dará ocupación, durante unos tres o cuatro años que se calcula durará su instalación, a unos 500 obreros.

Digamos, finalmente, que las cenizas que resulten como subproductos de la actividad de la térmica en cuestión,

serán utilizadas por industrias complementarias, y que la puesta en funcionamiento del grupo supondrá un abaratamiento en diez céntimos por kilovatio-hora en el precio de coste de la energía electrotérmica.

SE INTENSIFICA LA INVESTIGACION DEL URANIO

Por resolución de la Dirección General de Minas ha sido hecha pública la inscripción de la petición presentada por la Junta de Energía Nuclear, para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado, para minerales radiactivos, en el área que se indica, comprendida en las provincias de Zaragoza, Guadalajara y Soria. Se toma como punto de partida el meridiano 1.º 45'. Este con el paralelo 41' 19' 40" Norte. Se señalan 28 vértices, que abarcan un perímetro de más de 2.984 cuadrículas de superficie minera.

ACUERDO HISPANO-ITALIANO SOBRE COMPONENTES NUCLEARES

Las Compañías Equipos Nucleares, española, y Breda Termomeccanica, italiana, han firmado en Milán un acuerdo de asistencia técnica. Con arreglo a lo estipulado, Breda facilitará a Equipos Nucleares asistencia técnica para la construcción en Santander de una factoría destinada a producir componentes nucleares, e igualmente facilitará asistencia para la construcción de los principales componentes de reactores de agua ligera. Breda Termomeccanica es filial de Finanziaria Ernesto Breda S.p.A., controlada por Egim.

LA LICUACION EN LA MINERIA DEL CARBÓN

El nuevo proceso de explotación del carbón consiste en su licuefacción o solubilización en el interior de la mina y extracción por medio de un fluido. Parece ser que cuando se trata de un estrato carbonífero con un fluido apropiado, la masa de carbón embebe el disolvente, sufriendo consecuentemente un esponjamiento, acompañado de una íntima asociación entre el carbón y el disolvente, con transferencia del hidrógeno de este último a la estructura cohesiva del carbón entre las micelas o microplaquetas del mismo aquél se fragmenta y por la acción de la gravedad o mediante la turbulencia de un fluido se consigue arrancarlo.

No es preciso complete en la mina la disolución del carbón ni tampoco utilizar puro el disolvente más idóneo, sino que para abaratar el proceso puede programarse el uso mezclado con agua como fluido auxiliar. La mezcla agua-disolvente puede constituir un adecuado medio flui-

dizado para el transporte del carbón a la superficie, del terreno donde se halla situada la mina, superficie en la que ambos fluidos podrán separarse por los métodos usuales para ser utilizados de nuevo.

Entre los disolventes investigados con estos fines se encuentran varias fracciones del aceite de antraceno y un aceite comercial para motores, el SAE-30. Se han estudiado también los tipos de carbón más apropiados para ser lixiviados o lixiviados.

Con esta tecnología se podrán aprovechar menas de carbón cuya explotación es actualmente antieconómica, y se eliminarán totalmente muchos peligros para los mineros. Tampoco se crean problemas de contaminación del medio ambiente, por lo que, si resulta, como es de suponer, rentable el proceso cuando se lleven a cabo los primeros ensayos de aplicación a escala industrial, se podrá contar con un proceso revolucionario en la minería tradicional del carbón.

EL ENRIQUECIMIENTO DEL URANIO

París, que recela del procedimiento ultracentrífugo favorecido por la República Federal de Alemania, Gran Bretaña y Holanda, construye junto con algunos otros países una instalación mayor conforme al método difusor de gases. Dado que la correspondiente fábrica francesa comenzará a producir a partir de 1981, los restantes miembros de la CE han de dar garantías de adquisición. En Bruselas se ha calculado ya que a la CE no le queda otro remedio que almacenar la mayor parte de productos fisibles, puesto que el sector electro-nuclear de Europa tiene cubiertas ya sus necesidades de combustible en Estados Unidos hasta 1983. Estimación del coste de ese almacenamiento: 4.200 millones de dólares.

París forzó la construcción de reactores atómicos adecuados para emplear uranio natural; pero esto se reveló con el tiempo como una tecnología antieconómica, incapaz de competir.

Un error semejante amenaza a París en el enriquecimiento del uranio desde que Gran Bretaña, Holanda y Alemania resolvieron construir conjuntamente una fábrica con un procedimiento nuevo y más favorable de precio, menos costoso, el método centrífugo.

Los físicos del triunvirato afirman que las centrífugas experimentales existentes en Capenhurst (Gran Bretaña) y Almelo (Holanda) estarán en 1977 a punto para la producción en serie.

Los partidarios de este procedimiento ponen en la balanza como ventajas frente al plan francés sobre todo dos importantes argumentos:

La instalación ultracentrífuga trabaja rentablemente con capacidades relativamente pequeñas (a partir de 2.000 toneladas de labor escindible, lo que supone la elaboración de 9.000 toneladas de uranio natural).

En segundo lugar, la centrífuga "saca" del uranio el raro y escindible isótopo U-235 con un gasto de energía considerablemente menor, lo que, mientras tanto, además del aspecto comercial tiene sobre todo la ventaja en la defensa del medio ambiente, puesto que para ello se necesitan menos centrales eléctricas y menores térmicas a la atmósfera y los ríos.

Los franceses propugnan, en cambio, el método difusor de gas, en el que han reunido experiencias grandes con la fábrica de uranio enriquecido necesaria para su "Force de Frappe" y levantada ya hace tiempo en Pierrelatte. Pero este método se considera anticuado por ser inferior al centrífugo tanto por lo que respecta a los costos, como a la protección del medio ambiente. Además, sólo funciona a partir de capacidades demasiado grandes 9.000 toneladas de labor escindible al año que equivalen a un consumo anual de 40.000 toneladas de uranio natural.

Para la separación de los dos isótopos U-235 y U-238, los franceses tendrían que levantar una central eléctrica gigantesca, la cual supondría un gran lastre para el medio ambiente, por ejemplo el recalentamiento del río Ródano. París sólo puede construir esa instalación de enriquecimiento de uranio, cuyo coste se calcula en 11.000 millones de francos, si antes ha obtenido garantías de venta para su combustible nuclear.

París puede exigir de los otros miembros de la Comunidad una amplia garantía de adquisición del combustible nuclear producido en Francia. Ello significaría que los franceses tendrían un mercado comunitario libre de la competencia exterior.

De las 30 centrales eléctricas que serán construidas en la República Federal de Alemania de aquí a 1985, la mayor parte de ellas serán nucleares. Y en sus países vecinos ocurrirá otro tanto, de suerte que, según las más recientes estimaciones, la Comunidad Europea necesitará hasta 1985 unas 68.000 toneladas de uranio natural para su enriquecimiento.

En el sector electro-nuclear es usual que los productores de electricidad encarguen con mucho tiempo de antelación a los fabricantes el combustible necesario tanto para la primera carga de su reactor como para las cargas anuales posteriores. Los expertos estiman, que, prácticamente, toda la demanda de combustible nuclear hasta 1983 viene a estar ya cubierta por los encargos efectuados a los norteamericanos. Por esta razón, los franceses desearían que la Comunidad Europea almacenase anualmente 40.000 toneladas de uranio enriquecido si la fábrica Eurodif comienza a producir en 1981.

Para entonces, la Comunidad Europea tendrá excedentes de combustible nuclear. Como se ha apuntado, en Bruselas obra ya un documento secreto en el que los costos de ese almacenamiento se cifran en, por lo menos, 4.200 millones de dólares, a lo que hay que añadir

el gravamen anual de los intereses por otros buenos doscientos millones. Estos excedentes no podrían ser reducidos hasta comienzos de los años noventa.

HIDROCARBUROS

ENORMES RESERVAS DE PETROLEO BAJO LA PLATAFORMA CONTINENTAL SUBMARINA NORTEAMERICANA.

En los medios financieros relacionados con el petróleo árabe ha hecho un significativo impacto una revinción publicada en el "U. S. Geological Survey" de que inmensas reservas de petróleo esperan ser explotadas en espacios terrestres y marítimos bajo jurisdicción norteamericana.

La noticia ha corrido como un escalofrío en las capitales de la O. P. A. E. P. (Organización de Países Arabes Exportadores de Petróleo), ya que reduce sensiblemente el margen de presión diplomática de sus "crudos" y disminuye el plazo que tienen para utilizar las riquezas de sus yacimientos en el desarrollo socioeconómico de esos países.

Si Norteamérica se viera precisada de petróleo, a sólo unas cincuenta millas de Nueva York, bajo el Océano, esperan nada menos que 46.000 millones de barriles de crudo y la fabulosa cantidad de 228 trillones de metros cúbicos de gas líquido. Se trata de yacimientos que han sido averiguados tras pacientes años de investigación de expertos de las compañías petrolíferas. Es más, la misma publicación afirma que otros 180.000 millones de barriles y 900 trillones de metros cúbicos de gas líquido están bajo el Pacífico, el Atlántico Norte y el golfo de Alaska.

No existen impedimentos serios para iniciar la explotación de esos yacimientos —ni técnicos ni financieros—, pero los distintos clubs para protección de la Naturaleza, un instituto de oceanografía y otras organizaciones contra la contaminación del medio ambiente se oponen a que el litoral sea contaminado por las perforaciones submarinas cerca de las costas, argumentando que la flora y la fauna serán muy perjudicadas. Los que viven del turismo también temen perder casi 800 millones de dólares anuales de beneficios. Pero las compañías aseguran que las islas artificiales llevarán medios modernísimos para evitar que el crudo se diluya hasta la costa.

¿Qué pasaría si, junto a otros yacimientos árticos, dentro de un par de años fuera el petróleo árabe más caro que el sacado de los espacios "off shore"? Este carburante de mar adentro, en la plataforma continental submarina, ya no es difícil de explotar. Un tema de meditación para los miembros de la O. P. A. E. P.

EN BUSCA DE GAS Y PETROLEO EN ALEMANIA OCCIDENTAL

Se presume que a principios de 1974 se pondrá en marcha el nuevo plan de fomento en el sector de las materias primas, con el inicio de las primeras grandes prospecciones petroleras. Nos referimos aquí a las prospecciones "Miesbach 1", ubicadas a 40 kilómetros al sur-este de Munich, la capital bávara. Poco después se comenzarán las prospecciones en las proximidades del Harz, en la "Velpke-Asse 1", y probablemente se realizarán prospecciones en el Estado septentrional de Schleswig-Holstein, en un lugar o zona aún por fijar.

Se trata de proyectos que entrañarán costos oscilantes entre 10 y 18 millones de marcos. La prospección "Miesbach 1" tendrá una profundidad de unos 6.000 metros, la "Velpke-Asse" y la de Holstein alrededor de 7.000 metros.

REUNION DE LA ASOCIACION INTERNACIONAL DE ARMADORES INDEPENDIENTES DE PETROLEROS

Se ha celebrado en Madrid una reunión del Comité ejecutivo de la Asociación Internacional de Armadores Independientes de Petroleros, de la que forman parte 13 naciones y que agrupa una flota de petroleros de 115 millones de toneladas de peso muerto. En dicha reunión se ha puesto de relieve que el debilitamiento de las monedas que integraban la reserva monetaria internacional ha producido en los últimos seis años pérdidas importantes para gran número de armadores, pérdidas incrementadas por el rápido aumento de los costes en el mismo período.

LAS RIQUEZAS NATURALES Y LA POLITICA DE LOS PAISES PETROLEROS

Los países en vías de desarrollo, cuyos ingresos de divisas dependen en gran medida del volumen de exportación de sus materias primas, se lamentan del permanente empeoramiento de la relación existente entre la importación y exportación de productos y del déficit de la balanza de pagos presuntamente originada por la desproporción existente en el intercambio de mercancías. Muchos gobiernos sueñan seguramente con la reivindicación de estos "precios justos". Sin embargo, ese sueño no podrá cumplirse por diversos motivos: 1. La exportación de petróleo se circunscribe sustancialmente a pocos países con una ideología común frente al "enemigo". 2. El sistema de producción posibilita en la mayor parte de los casos se reduzca el volumen de producción cuando los países productores lo crean conveniente pueden incrementar la producción en la cuantía que les apetezca. 3. Algunos de los países petroleros más importantes dis-

ponen de considerables reservas de divisas. 4. La demanda mundial de petróleo ha registrado en los últimos años un rápido incremento, al tiempo que la sustituibilidad de esta fuente de energía primaria es prácticamente nula a corto plazo y a largo plazo muy cara. 5. La energía desempeña una función clave para la economía en general y el proceso de producción.

Mas, ¿qué ocurre con otras materias primas, por ejemplo algunos metales, de los que no se puede prescindir fácilmente? La producción de cobre está monopolizada en un 75 por 100 por Chile, Perú, Zambia y Zaire, y estos países han formado un club similar al de los países exportadores de petróleo. Aquí también se carece de las suficientes reservas de divisas como para copiar la política de los países petroleros. Por otro lado, ningún país "auténticamente" en vías de desarrollo—como los cuatro arriba mencionados—tienen el menor interés de que por falta de energía o de materias primas se produzca una recesión en los países industrializados altamente, pues ellos se benefician notablemente en forma de precios de materias primas increíblemente altos.

No se da en ellos tampoco el factor de la concentración geográfica, contrariamente a los países exportadores de petróleo. Si estos países quieren jugar con los precios, deben tener presente que el aluminio es un sustituto del cobre, y no el único. Y lo dicho sobre el cobre cabe aplicarse al plomo, estaño y otras materias primas.

Si se recurre al terrorismo de las restricciones arbitrarias de suministros y a los aumentos arbitrarios de los precios de las materias primas, los más perjudicados por ello a largo plazo son los países en vías de desarrollo y no los industrializados, y tendrán por consecuencia que las naciones industriales reduzcan su ayuda al desarrollo de terceros países.

SE AUTORIZA EN EE. UU. LA OBTENCION DE PETROLEO A PARTIR DE LA PIZARRA BITUMINOSA

Para redimir su aguda crisis de energía, los Estados Unidos han decidido autorizar a tres Estados de la Unión la extracción de petróleo a partir de pizarra bituminosa.

Este procedimiento estaba prohibido por los problemas que provocaba de contaminación ambiental. Una Orden del Ministerio del Interior anunció en Washington que los Estados de Colorado, Utah y Wyoming, que poseen fabulosas reservas de dicho material, podrán iniciar el proceso tecnológico de conversión de la pizarra en petróleo. En menos de dos años, la pizarra convertida en esos tres Estados podría alcanzar más de 250.000 barriles de petróleo por día, que en 1985 podría ser un millón de barriles.

NUEVA ISLA ARTIFICIAL DE PROSPECCION PETROLIFERA

En 1975 se fijarán en el Atlántico Norte islas artificiales prospectoras de moderna construcción para el descubrimiento de nuevos pozos petrolíferos. Este nuevo tipo ha sido construido a semejanza de un katamarán semisumergido, consistente en una plataforma de trabajo, tres flotadores y seis columnas con refuerzos tubulares diagonales. En el centro de la instalación se encuentra la torre de perforación con grúa, en la popa una superficie de aterrizaje para helicópteros. La isla para su empleo en profundidades de hasta 300 metros, puede efectuar perforaciones en el fondo marino de hasta 8.000 metros. Las instalaciones más importantes de entre las especiales necesarias es la torre de propección, con unas 5.000 toneladas de capacidad sustentadora, el "sistema de barros" con dos bombas de émbolo de presión alta, y una potencia de 1.700 caballos cada una, y el "sistema cementador". Se han proyectado cinco islas de este tipo.

LA BUSQUEDA DE PETROLEO

Puede decirse que las compañías petroleras están explorando casi todas las regiones propicias del mundo no comunista. Se perforan más pozos anualmente en los Estados Unidos que en todos los demás países juntos, en parte porque los Estados Unidos están taladrando más de 900 pozos al año cerca de la costa, más que los taladrados en aguas costeras en el resto del mundo, casi todos en el golfo de Méjico. El costo de un pozo profundo en los Estados Unidos viene a ser de 100.000 dólares, y el de un pozo costero es unas seis veces más. Un solo pozo en Alaska, con resultado negativo, costó alrededor de seis millones de dólares. Sólo un pozo de cada sesenta de los perforados produce una cantidad de petróleo que pueda explotarse comercialmente.

Los mayores depósitos posibles aún no explorados se encuentran cercanos a las costas. Casi todas las aguas costeras de reconocidas posibilidades petrolíferas ya están en manos de empresas petroleras. Alrededor del 17 por 100 del total de petróleo producido procede de pozos marinos, y se espera que esa proporción aumente al 30 por 100 en 1980.

El descubrimiento de nuevos depósitos de petróleo y gas natural en el mar del Norte, en aguas inglesas, noruegas y holandesas, ha estimulado las exploraciones en esa zona. Los geólogos calculan que las reservas de energía de la Europa occidental se han cuadruplicado desde los descubrimientos en el mar del Norte, donde se han perforado más de 650 pozos. El petróleo y el gas natural del mar del Norte pudiera abastecer el 15 por 100 de las

necesidades de energía de la Europa occidental para 1985, según algunas autoridades. La Gran Bretaña ya obtiene el 90 por 100 de su gas natural del mar del Norte. Y en 1980, la nación espera obtener allí la mitad del petróleo que precisa.

Indonesia produjo, aproximadamente, la mitad del total del petróleo conseguido en el Extremo Oriente, y la República Popular China produjo la cuarta parte.

El primer pozo de exploración se taladró en Indonesia en 1871, y en 1941 la nación era el quinto productor más importante de petróleo del mundo; la mayor parte tiene un contenido bajo en azufre, por lo que se cotiza a precios más altos. Se espera que la producción indonesia alcance los 47 millones de toneladas en 1973, y se calcula que existen allí depósitos de otros 1.400 millones de toneladas de posible extracción.

Los equipos de taladrado en aguas costeras están investigando la plataforma continental africana, desde el extremo occidental hasta Mozambique. La industria petrolera de Nigeria se ha recuperado después de la guerra civil de los años 1960; la producción saltó desde ocho millones de toneladas en 1968 a 75 millones de toneladas en 1971. Nigeria aumentará su producción de petróleo este año 1973 de manera casi mágica, hasta alcanzar los dos millones de barriles diarios, lo bastante para situar a Nigeria en el octavo puesto de los países productores de petróleo del mundo.

El Congo (Brazaville) registró un aumento sin precedentes del 200 por 100 en 1972 en relación con 1971, cuando comenzó la producción en un gran campo de petróleo. Se han hecho descubrimientos de petróleo en Angola, el Camerún, Gabón y Zaire.

En el mar oriental de la China, descrito como zona de gran rendimiento petrolífero posible, se están explorando regiones de Corea, Tailandia, el Vietnam del Sur y las Filipinas.

La busca en Australia ha dado resultados. Se espera que la isla Barrow y el estrecho de Bass suministren hasta el 70 por 100 del petróleo que necesita el país. También Nueva Zelanda está realizando exploraciones.

Venezuela produce el doble de petróleo que el resto de todas las demás naciones iberoamericanas juntas. Venezuela taladró en 1972 más pozos que en cualquier anterior período de diez años.

La producción en El Ecuador aumentó considerablemente durante el año pasado, y se obtuvieron cantidades mucho mayores en Bolivia y Trinidad, y en menor cuantía, en el Perú y la Argentina.

En estos momentos se redoblan los esfuerzos para conseguir la mayor cantidad de petróleo; tarea que exigirá cantidades inmensas de capital, trabajo y buena voluntad si es que se desea darle cima de manera estable y segura.

Reservas en petróleo valorados en 1972, en millones de toneladas

País	Reservas	Producción	Pozos perforados en 1971
Arabia Saudí...	20.945	429	63
URSS...	10.200	394	11.061
Kuwait ...	9.459	160	16
Irán...	8.783	291	más de 20
Estados Unidos ...	6.116	552	29.325
Iraq ...	4.840	84	17
Libia ...	4.000	132	87
Emiratos Arabes Unidos ...	2.716	51	44
República Popular China ...	2.700	25	¿?
Venezuela ...	1.984	185	506
Argelia ...	1.590	36	109
Nigeria ...	1.579	75	más de 55
Indonesia...	1.400	47	más de 287
Canadá ...	1.368	66	3.097

REUNIONES CIENTIFICAS

CICLO DE CONFERENCIAS ORGANIZADO POR LA E. T. S. DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID SOBRE EL PETROLEO

Dentro de las actividades culturales organizadas por los alumnos de la Escuela está este I Ciclo de Conferencias-Coloquio, dedicado a un tema tan palpitante y actual como es el petróleo. El programa ha comprendido ocho conferencias, desarrolladas los días 16 y 25 del pasado mes de enero, y en ellos se ha estudiado toda la problemática actual de la investigación, producción, distribución, política y economía de los hidrocarburos.

SEMINARIO ABIERTO SOBRE HIDROLOGIA SUBTERRANEA EN LEON

En la Escuela de Ingeniería Técnica Minera de León se celebró el segundo Seminario abierto que ha organizado dicha Escuela en colaboración con el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de León.

En esta ocasión el Seminario versó sobre Hidrología Subterránea, bajo la organización de la cátedra de Geología, dirigido por el encargado de cátedra don Modesto García García.

En la presidencia del acto se encontraba el delegado de Industria, señor Vanaclocha, con don Augusto Gálvez Cañero, adjunto a la dirección del Instituto Geológico y Minero de España, señor Martínez Alvarez, catedrático de Geología de la Escuela Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo; señor Mora Hurtado, director del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas en la provincia de León, de IGME; señor Artieda, director de la Escuela, y don Eloy Algorri, secretario de dicha Escuela.

Primeramente pronunció unas palabras don Juan I. Artieda y a continuación el señor Gálvez Cañero trató de los antecedentes del Instituto Geológico, que ininterrumpidamente hasta hoy ha venido realizando sus actividades de estudio de las condiciones geológicas para dirigir la apertura de los pozos artesianos. Cifró el volumen de aguas subterráneas entre 30 y 100 veces más que las superficiales, según se cree. Trató del grave problema del aumento de consumo de agua por habitante y el aumento de población que puede ser origen de gravísimos problemas en cuanto al abastecimiento de la población en un plazo próximo, ya que en el año 2000 los habitantes de la Tierra serán siete mil millones, y en los países industrializados se consumen más de 1.000 m³ por habitante y año. Es preciso una correcta planificación del desarrollo en la que todos los países deben realizar el inventario de sus recursos hidráulicos. Ya el Instituto Geológico puso en marcha un proyecto en 1969 y como consecuencia se ha reducido el programa a investigación de las aguas subterráneas, en ejecución y que durará hasta 1980.

El mismo Instituto —dijo— viene desarrollando una intensa actividad en colaboración con las Diputaciones provinciales para estudiar las cuencas subterráneas con el detalle preciso para resolver los problemas locales e informar con la máxima exactitud sobre las condiciones regionales en los acuíferos subterráneos. Una de las primeras provincias españolas que suscribió acuerdo con el Ministerio de Industria fue León. El Ministerio subvenciona a las Diputaciones que quieran hacer estudios hidrogeológicos o geotécnicos, dentro de sus límites.

El IGME organiza anualmente un curso de hidrogeología aplicada; y se felicita de las actividades que se desarrollan en la Escuela de Ingeniería Técnica Minera de León.

Luego intervino el señor Gómez de las Heras, perteneciente al Consorcio Diputación Provincial de León-IGME, que habló de los trabajos que sobre acuíferos subterráneos se vienen realizando en León, actuando toda la gama de posibilidades técnicas de utilización global

que tienen dentro de un territorio, repartiendo esta riqueza sobre toda la superficie del terreno, ya que la explotación de las aguas subterráneas presentan una serie grande de ventajas económicas.

El leonés de la cuenca artesiana ha venido a ser una especie de pionero en la explotación de mantos cautivos, por los sondeos que ya se realizaron en 1920 y en 1924. Y los trabajos de investigación hechos a partir de 1966, fecha en que se firmó el Consorcio de la Diputación Provincial con el IGME, para establecer en su día, no lejano, una explotación racional. Se refirió al sondeo de la Granja Experimental de Ribaseca, destacando las cualidades de su acuífero.

Estudió en términos generales la cuenca artesiana de León y luego se fue a una diferenciación de zonas con posibilidades de investigaciones independientes, Almanza-Sahagún y Benavente-Valdedas, en principio y da las características de estas zonas. Alude también a los terrenos de las cuencas ubicadas en Vegas del Condado, Boñar y Cistierna y finaliza señalando una serie de factores esenciales en el sondeo de aguas subterráneas y los problemas existentes.

Al final hubo un interesantísimo coloquio.

Asistieron una importante serie de profesionales, ingenieros, geólogos, ingenieros técnicos y las juntas de gobierno de los Colegios de Ingeniería Técnica Minera de Oviedo y León, además de alcaldes y secretarios de Ayuntamiento.

PROXIMAS REUNIONES CIENTIFICAS

La reunión conjunta de las comisiones de "Espectroscopia de emisión", de "Absorción atómica" y de "Fluorescencia X" del G. A. M. S. tendrá lugar en París el día 20 de febrero de 1974.

La Comisión de Cromatografía del G. A. M. S. se reunirá en París el 16 de enero de 1974.

El Instituto del Petróleo de Londres organiza para los días 28 y 29 de marzo, en Londres, una sesión sobre desarrollos analíticos recientes en la industria del petróleo.

La primera conferencia internacional sobre "espectroscopia de electrones" se celebrará en Bruselas del 16 al 19 de abril, los temas fundamentales serán el ultravioleta y la excitación de haces de electrones, e insistirá sobre los resultados logrados con los manantiales de rayos X.

Del 23 al 26 de abril de 1974 se celebrará en Ostrava (Checoslovaquia) la V Conferencia de Espectroscopia. Los temas fundamentales serán: absorción atómica, espectroscopia molecular. La orientación preponderante será: la espectroscopia, un factor importante en la producción, la investigación y la ciencia.

El I Congreso Internacional del Mercurio tendrá lugar en Barcelona (España) del 6 al 10 de mayo de 1974. Los temas serán: Geología y prospección, Industria minera, Preparación de minerales y metalurgia extractiva, Sistemas de recuperación del mercurio, Purificación del mercurio y sus propiedades químicas, Análisis, Toxicidad, Efectos biológicos y contaminación, Aplicaciones.

En Bale (Suiza), del 17 al 19 de junio, tendrá lugar el IV Simposio anual de progresos recientes en el análisis químico de los contaminantes.

El Grupo de Investigación de Hidrocarburos del Instituto del Petróleo de Londres celebrará sesión en Swansea, del 2 al 6 de septiembre de 1974. Tratará del desarrollo de las técnicas modernas en el campo del análisis de los hidrocarburos, principalmente: de RMN, espectroscopia de las moléculas biológicas, espectroscopia de electrones, infrarrojo, transformada de Fourier, espectroscopia de Hadamard, empleo de laser como manantial de espectroscopia.

NOVEDADES CIENTIFICAS Y TECNICAS

PRIMERA INSTALACION MUNDIAL DE IRRADIACION DE LODOS DE DECANTACION

Ha entrado en servicio en Geiselbullach (Munich) la primera y única instalación del mundo de irradiación de lodos de decantación. En esta instalación, financiada con recursos del Ministerio Federal de Investigación y Tecnología, son eliminados los gérmenes patógenos que proceden de las aguas residuales de los municipios incorporados (100.000 habitantes) irradiándolos con radioisótopos. Los lodos "higienizados" de tal forma se utilizan en las explotaciones agrícolas de los alrededores como abono. La instalación está "cargada" con 114.000 curies de cobalto 60 y puede irradiar diariamente más de 30 metros cúbicos de lodos de decantación.

METODO RECUPERADOR DE COBRE

La lixiviación de minerales sulfurosos con un disolvente, para obtener cobre, es cuestión que ha planteado difíciles problemas de corrosión. La Anaconda Co. ensayará para ello un nuevo método en una planta erigida en Montana a un costo de 22 millones de dólares. El concentrado de cobre que se obtiene por molienda del mineral sulfuroso es lixiviado con amoníaco en una serie de cubas, a temperatura baja y presión baja. El cobre de la

solución se separa por intercambio iónico con líquido, y se recupera por electrólisis. La planta citada, cuya terminación se planea para fines del año 1974, producirá 36.000 toneladas de cobre por año.

METAL LIQUIDO DEL OXIDO DE HIERRO

Un proceso de reducción directa está ensayándose para simplificar la producción del acero. El citado proceso produce metal líquido directamente del óxido de hierro con el uso de pellas de carbono y óxidos obtenidos de mineral de hierro y desperdicios de plantas. El acero resultante posee un contenido de carbono que varía entre el 0,02 por 100 y el 3,5 por 100, poco silicio, y poco azufre (0,020 por 100). El proceso, realización de la Obenchain Cop., reduce notablemente los costos por eliminación del horno alto. La fuente calórica puede ser tanto el gas natural como el petróleo.

LOS RUSOS ENFRIAN EL COQUE EN SECO

"En la Unión Soviética son obligatorias plantas enfriadoras en seco para todas las nuevas baterías de hornos de coque", informa el Dr. A. N. Minasov, gerente general del Instituto Giprokoks de Kharkov, Ucrania. Según el doctor Minasov, unas 40 instalaciones de extinción en seco se encuentran en funciones en acerías soviéticas. Al dejarse cocer el coque hasta cincuenta minutos en cámaras colectoras cerradas el calor se utiliza en calderas de recuperación. Con ello se eliminan también las humaredas de vapor contaminado producidas por el apagado en húmedo. Están interesados en promover su técnica de extinción en seco en las fábricas de acero del Occidente.

ACUERDO DE PRINCIPIO FRANCO-BRITANICO PARA LA CONSTRUCCION DEL TUNEL BAJO EL CANAL DE LA MANCHA

Los gobiernos británico y francés han llegado a un acuerdo de principio sobre dos textos, cuya aprobación parlamentaria en ambos países traerá como consecuencia la construcción del túnel bajo el Canal de la Mancha.

El primero de estos documentos, el tratado franco-británico, consagra el propósito de los dos gobiernos de realizar la obra y sus compromisos recíprocos. Define las facultades y los permisos que deben concederse a las empresas privadas encargadas de la construcción. Crea la autoridad de explotación, organismo público franco-británico, para la explotación del túnel.

El segundo texto, llamado "Convención n.º 2", regula las relaciones entre los gobiernos y las empresas encargadas de la construcción del túnel, determina las obras, estima su costo, prevé el plan de financiación, define la remuneración de las empresas y el control de los gobiernos, etc.

Tras la experiencia derivada de la ejecución de la primera fase del proyecto, en 1975 podrá firmarse la "Convención n.º 3", sobre el trazado definitivo del túnel, cuya inauguración está prevista para fines de 1980.

REACTOR REFRIGERADO POR GAS

Un reactor de temperatura alta, refrigerado por gas, y que es el primero de su clase, que ha sido construido en el mundo como consecuencia del proyecto DRAGON, de la OCDE, será puesto en funcionamiento y utilizado con fines experimentales por los países signatarios del acuerdo que sirvió de base al citado proyecto.

Las modificaciones llevadas a cabo en el reactor para su nueva puesta a punto han demostrado que el nivel de contaminación originado por sus productos de escisión es notoriamente bajo, probándose con ello que la "atmósfera" que rodea a este tipo de reactores puede considerarse "pura". La manipulación de las diversas piezas del reactor no exigió una descontaminación previa, ni precauciones especiales, para evitar la dispersión de la radiactividad. En opinión de técnicos autorizados de la OCDE, este tipo de reactores podría incorporarse con plenas garantías de seguridad a las centrales eléctricas del futuro.

APARATOS DE LABORATORIO

EL MAYOR ESPECTROMETRO DEL MUNDO

En Tel Aviv se está instalando un espectrómetro de ultrarrayos (DEIS) con el que los físicos de las Universidades de Tel Aviv y Kiel se proponen obtener nuevas informaciones sobre la estructura de los núcleos atómicos a partir de las radiaciones que desde el espacio van a parar a la Tierra.

Van a estudiar las reacciones que producen los protones al incidir a gran velocidad sobre la Tierra. Estos protones son disparados desde lugares hasta aquí desconocidos a través del cosmos con un verdadero derroche de energía. Los que llegan a la Tierra chocan primeramente con los núcleos atómicos de la atmósfera, los destruyen y como consecuencia de esos choques lanzan

fragmentos de núcleos atómicos. De los fraccionamientos posteriores surgen nuevas partículas atómicas que se conocen con el nombre de mesones μ . Los físicos nucleares se proponen determinar de qué están constituidos los núcleos atómicos.

Las investigaciones se realizan actualmente en grandes aceleradores, uno de los cuales está instalado en Hamburgo (Sincrotrón Alemán de Electrones, DESY), y el otro, el mayor, en Ginebra, como proyecto conjunto europeo (CERN).

La "ultrarradiación" cósmica suministra protones cargados con una energía que llega a 10^{20} electrón-voltios, y lo único que tiene que hacer el físico es estar en condiciones de reconocer y medir los productos de reacción de esos choques de la "ultrarradiación" espacial con los átomos de la atmósfera.

Son estos los mesones μ , los cuales deberán ser "captados" y medidos en Israel con el espectrómetro de Kiel. Los mesones μ atraviesan una serie de pesados imanes de hierro. El campo magnético de cada uno de esos seis imanes, que pesa aproximadamente 24 toneladas, desvía más o menos a los mesones de su trayectoria y los imprime determinados rumbos según la energía y la carga eléctrica de cada partícula. El grado de desviación se mide detrás de cada imán en la llamada cámara de chispas. Se trata de detectores en los que se señala mediante una chispa el punto de incidencia de las partículas. El DEIS posee telas metálicas extremadamente finas de 3×3 metros en las que pueden determinarse electrónicamente los puntos de chispa con un margen de error de medio milímetro. La evaluación de las indicaciones de las cámaras de chispas en el tramo de 12 metros de longitud que atraviesan los mesones permite el cálculo inverso de la energía y la carga eléctrica iniciales y, por consiguiente, extraer conclusiones acerca de los procesos de aparición del mesón antes y después de la destrucción del átomo.

A fines de 1974 entrará en servicio el mayor espectrómetro de ultrarradiación del mundo. Con él se podrán analizar protones de un máximo de 1.000 billones (10^{15}) de electrón-voltios.

PERSONAL

DON JOSE MARIA OLIVEROS RIVES, NUEVO DIRECTOR GENERAL DE MINAS

En el Consejo de Ministros del pasado 18 de enero ha sido nombrado director general de Minas, del Ministerio de Industria, don José María Oliveros Rives.

Inició sus actividades profesionales en la Empresa Nacional Adaro, de la que es consejero. Desde 1960 pertenece, por oposición, al Cuerpo de Ingenieros de Minas al servicio del Ministerio de Hacienda, donde ha ocupado relevantes cargos.

Desde aquí le enviamos nuestra enhorabuena y deseamos al nuevo director general los mayores éxitos.

NOTA NECROLOGICA

DEL PROFESOR DOCTOR D. JUAN LUIS MARTIN VIVALDI.

El día 7 de enero de 1974 fallece, repentinamente, en Madrid, don Juan Luis Martín Vivaldi, cuando se dirigía a su despacho de la Universidad Complutense, de Madrid, como director del Departamento de Cristalografía y Mineralogía.

El doctor Martín Vivaldi estudia en la Universidad de Granada la carrera de Ciencias Químicas, que termina con premio extraordinario en el año 1941; comienza su tesis para el grado de doctor, y en el año 1949 consigue, también en Granada, dicho título.

La vida científica va desde un principio íntimamente unida a la del profesor, y así, mientras comienza siendo ayudante de clases prácticas de Química-Física, encargado de curso de Cristalografía y mineralogía, encargado de Curso de Geología General, Cristalquímica y Edafología; a la vez investiga en procesos de formación, constitución y propiedades de diferentes silicatos.

Se especializa en un campo muy concreto, que es el estudio de las arcillas, tema muy importante desde el punto de vista de la explotación industrial.

Se rodea en Granada de varios colaboradores, a los que dirige las tesis doctorales, y entra en el C. S. de I. C. de colaborador científico en el año 1950, pasando a investigador científico en el año 1955.

Su permanencia en el Consejo es fructífera en cuanto a publicaciones, que suelen aparecer en los "Anales de Edafología y Agrobiología", así como en el "Clays and Clay Minerals".

En el año 1962 gana por oposición la plaza de catedrático de Cristalografía", Mineralogía y Mineralotecnica de Granada, que desempeña con gran entusiasmo hasta que, al producirse la vacante de la cátedra de la misma especialidad en Madrid, pasa a ocuparla, por traslado, consiguiendo que se le adjudique dicha cátedra por méritos.

Al trasladarse el profesor Vivaldi a Madrid, le acompañan varios doctorandos que tenía ya iniciados en Granada, y que continúan trabajando con su maestro, creán-

dose de esta manera un sólido equipo de investigación en arcillas, que aún al personal de la Universidad y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Pero todos estos pasos difíciles en el campo de la investigación y la enseñanza carecen de importancia si no mencionamos la gran humanidad de este profesor; llegó a Madrid en unos momentos difíciles en cuanto a planes de estudio y situación del personal de esa cátedra, luchó por levantar el Departamento del que era director, siempre con tenacidad y trabajo personal, llegando a organizar un Congreso Internacional de Arcillas, con todas las preocupaciones y desvelos que esto encierra; asiste su grupo de trabajo a varios congresos y reuniones nacionales e internacionales, y se imparten en su cátedra varias asignaturas de licenciatura y doctorado en Ciencias Geológicas.

Son varios los cargos directivos que poseía y sociedades a las que pertenecía, pero el que estoy seguro que ostentaba con más orgullo era el de presidente de la Sociedad Española de Arcillas, por él creada, en el año 1969, llegando a conseguir que todos los investigadores de nuestro país preocupados por las arcillas se incorporaran a ella.

Llevó la representación española de la rama de Mineralogía a numerosos congresos, unas veces como miembro de la Universidad y otras como jefe de la Sección de Mineralogía del Instituto "Lucas Mallada", del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; su amabilidad y comprensión, tanto con otros profesores como con sus alumnos, nos quedarán como recuerdo de este gran compañero y amigo que hemos perdido.—F. M. M.

DON FELIX CAÑADA, PREMIO ESPECIAL "GOMEZ PARDO".

Coincidiendo con la celebración de la fiesta de Santa Bárbara, Patrona de la Minería, el Director de la Escuela Superior Técnica de Minas de Madrid, don Juan José Miraved del Valle, dio cuenta de la concesión del Premio especial "Gómez Pardo" y de la convocatoria del Premio de la misma Fundación para el año 1975.

En la presente ocasión, el premio especial, de 100.000 pesetas, fue otorgado al trabajo "Investigaciones Geofísicas y Geoquímicas, aplicadas a la prospección del petróleo en España", de la que es autor el Doctor Ingeniero de Minas don Félix Cañada Guerrero, con destino en el Instituto Geológico y Minero de España. Hizo la entrega del premio el Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, don José Luis Ramos Figueras. Estuvieron presentes los representantes de los Colegios y Asociaciones Nacionales y provinciales de la Minería y otras autoridades y representaciones.

El siguiente premio "Gómez Pardo" de cuya convocatoria dio cuenta el señor Miraved como Presidente nato de la Fundación, se ajustará al tema de la "Optimización del empleo de los recursos hidráulicos subterráneos mediante modelos hidroeconómicos". Podrán concurrir titulados de la Ingeniería Superior Minera y de la Ingeniería Técnica de la misma rama. Dispondrán los autores de veintidós meses para su realización y el premio será discernido en noviembre de 1975. Los trabajos podrán ser tesis doctorales o de índole similar, efectuados individualmente o en equipo.

EL MINISTRO DE INDUSTRIA, HIJO ADOPTIVO DE ALMADEN

El Ayuntamiento de Almadén, reunido en sesión plenaria, ha nombrado al Ministro de Industria, don Alfredo Santos Blanco, hijo adoptivo de la villa en reconocimiento y atención a sus desvelos por esta ciudad desde la presidencia del Consejo de Administración de las Minas de Almadén, cargo que ocupaba en el momento de ser designado Ministro de Industria.

VARIOS

CRITERIO NUEVO DE TALLADO DE DIAMANTES

El doctor ingeniero Máximo Elbe (Mamburgo) ha puesto en tela de juicio la estimación de las reglas clásicas del tallado de diamantes, ya que, a su juicio, lo que da el máximo valor suntuario a los brillantes es el mayor número de destellos. Ha tallado diamantes de 9, 11 ó 13 facetas, las cuales permiten que el rayo de luz que incide sobre ellos se refleje y contrarrefleje con más frecuencia en su interior. Este nuevo tallado debiera denominarse a causa del número impar de sus facetas "tallado Impariant", lo que permitiría inmediatamente distinguir entre "Pariant" e "Impariant".

Los resultados de las investigaciones teóricas han sido entretanto llevados a la práctica por una empresa de Hamburgo, la cual ha utilizado un aparato electrónico de comprobación que trabaja con arreglo al mismo sistema que la fisiología de la visión. Como objetos de ensayo fueron seleccionados 20 diamantes de dos quilates cada uno, dividiéndose por la mitad y siendo tallada una mitad como Pariant y la otra como Impariant. Se puso así de manifiesto que el Impariant supera entre un mínimo de un 23 y un máximo de un 32 por 100 al Pariant por

lo que se refiere al efecto suntuario desde el punto de vista de la fisiología de la visión. El color propio es mejorado también por los reflejos más animados, y esos reflejos parecen tener también más color. El tallado Impariant sólo se puede realizar a máquina, ya que su afacamiento, más complicado, iría más allá de las posibilidades ópticas de cualquier buen tallista, a quien la simetría octogonal le ofrece una inestimable ayuda en el tallado clásico.

EL PRESIDENTE DEL INI PRESENTA
LA MEMORIA DE ACTIVIDADES
CORRESPONDIENTES A 1972

El presidente del Instituto Nacional de Industria, don Claudio Boada, acompañado del vicepresidente, don José Amusatogui, y de altos cargos del Instituto, presentó a la prensa económica la memoria de actividades de las empresas del INI correspondiente a 1972. El acto se celebró en el pabellón que tiene el Instituto en el recinto ferial de Montjuich y asistieron al mismo más de un centenar de periodistas.

El señor Boada ofreció una explicación de conjunto sobre las empresas del INI, señalando que la suma de resultados fue de 3.400 millones de pesetas en 1971, 8.900 millones en 1972 y se espera que alcancen entre

los 12.000 y los 13.000 millones en 1973. Para ello, dijo, se han operado cambios espectaculares en algunas empresas, antes deficitarias, como Ensidesa, Uninsa, Empresa Nacional Calvo Sotelo, Astilleros, Pegaso y Maquinista Terrestre y Marítima.

NUEVA ALEACION A PARTIR
DE LAS BASURAS DOMESTICAS

En el Instituto Battelle, de Francfort, ha sido desarrollado un método que transforma las basuras domésticas, durante el "proceso de destrucción", en un producto útil. Al término de ese proceso queda gas de basuras, de valor alto, y el llamado "ferrometal", aleación integrada por un 28 por 100 de silicio, un 7 de aluminio y un 6 de sodio y calcio. Según la composición de las basuras se obtienen así de 1.000 kilogramos de basuras domésticas unos 1.000 metros cúbicos de gas y 140 de ferrometal. Esto se consigue quemando las basuras en hornos de arco eléctrico como los que se utilizan en la fabricación de acero. Tampoco los restos de metal resisten las elevadas temperaturas de su interior. Mientras que el gas suministra energía al ser quemado, el ferrometal es un magnífico "combustible metálico" para la industria siderúrgica. El calor que produce su combustión puede utilizarse, por ejemplo, en los hornos de acero al oxígeno para fundir chatarra o para el beneficio de mineral de hierro.

Mercado de Minerales y Metales

Cotizaciones en el Mercado Internacional en pesetas por unidad métrica

Metales preciosos	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
ORO			
Metal:			
Bolsa de Londres	L	g	195
Bolsa de Engelhard	N	g	206
PLATA			
Metal:			
Bolsa de Londres	L	g	5,56
Bolsa de Nueva York	N	g	5,85
PLATINO			
(Dependiendo del tamaño del lote)			
Metal:			
Refinado, mercado interior del Imperio Británico ...	L	g	283-291
Mercado USA, lotes al por mayor	N	g	291-300
Mercado libre	L	g	

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 diciembre
HIERRO			
Menas del Lago Superior puestas en los puestos más bajos del lago:			
Bessemer:			
Mesabi 51,5 % Fe, máx. 0,045 P, máx 8,9 % SiO ₂ , max 5,9 % humedad	N	t	679
Old range	N	t	693
Non-Bessemer:			
Mesabi 51,5 % máx 0,180 %, max 8,32 % SiO ₂ , max 9,7 % humedad	N	t	670
Old range	N	t	684
Gruesos para horno Siemens	N	t	730
Sinterizados de taconita	N	t	723
Nódulos de taconita	N	t	746
Pellets de hierro natural	N	t. u. Fe	16,55
El mineral en trozos tiene un premium	N	t	45,03
Los finos tienen una penalización	N	t	25,33

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
COBALTO			
Metal:			
Bajo contrato con los consumidores	L	kg	366
Precio productor	L	kg	180
Granalla, 99 % Co:			
Lotes de menos de 50 kg en bidones	N	kg	186
Lotes de 50-249 kg en bidones	N	kg	183
Lotes mínimos de 250 kg	N	kg	180
Polvo, 300-400 mesh, bidones de 50 kg	N	kg	235
Polvo, extra tipo, bidones de 125 kg	N	kg	279
Polvo, grado S, en lotes de 10 t	N	kg	197
Briquetas, lotes de 10 t	N	kg	
En el mercado libre	L	kg	337-351
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	33,77
Menas de 11 % de Co	N	kg Co cont	39,40
Menas de 12 % de Co	N	kg Co cont	45,03
CROMO			
Metal:			
En gránulos, mín 99 % Cr, lotes de 5 a 10 t	L	kg	133
Aluminotérmico, 99,25 % Cr	N	kg	174
Electrolítico, 99,8 % Cr	N	kg	174
Fundido al vacío	N	kg	183
Menas y concentrados (Cromita).			
Se trata de mineral básicamente seco, sujeto a penalidades si no existen suficientes garantías; los términos de los contratos de compra (sujetos a negociaciones) son generalmente más bajos que la cotización en el mercado. En cada caso se tiene en cuenta la relación de cromo a hierro contenida en el mineral (ratio).			
Ruso, fragmentos apelmazados, mín 48 % Cr ₂ O ₃ , ratio, 3,5:1	L	t	2.745-2.974
Turco, fragmentos 48 % Cr ₂ O ₃ tomando como base el de ratio 3.1	L	t	2.059-2.345
Turco, cocentrado 48 % Cr ₂ O ₃ tomando como base el de ratio 3.1	L	t	1.945-2.230
Ruso, 54/56 % Cr ₂ O ₃ , ratio 4.1, tomando como base para su precio el de ratio 4.1 del 48 %	N	t	2.116-2.230
Turco, 48 % Cr ₂ O ₃ , ratio 3:1	N	t	2.083
Transvaal, 44 % Cr ₂ O ₃ , sin ratio	N	t	1.858-1.914
MANGANESO			
Metal:			
Electrolítico, mín 99,9 % Mn, lotes de 1 a 5 t	L	t	45.276-49.157
Regular, 99,9 % Mn, empaquetado	N	kg	41,87
Deshidrogenado, 99,9 % Mn, empaquetado	N	kg	41,87

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
Menas y concentrados:			
Calidad metalúrgica:			
48/50 % Mn, máx 0,1 % P	L	t. u. Mn	49,18-52,61
38/40 % Mn	L	t. u. Mn	(n)
48 % Mn (bajas impurezas)	N	t. u. Mn	42,21-47,84
46 % Mn	N	t. u. Mn	—
Calidad para baterías:			
70/85 % MnO ₂ , en gránulos	L	t	3.311-3.692
70/75 % MnO ₂ , en terrones mezclados	L	t	5.093-5.730
MOLIBDENO			
Metal:			
Polvo	L	kg	498-517
Polvo de reducción hidrógena, 99,95 % Mo	N	kg	504
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	217
Concentrado de otros orígenes	L	kg Mo cont	214-221
Obtenido como subproducto o coproducto en función del grado	N	kg Mo cont	177-208
NIQUEL			
Metal:			
Refinado, en lotes mínimos de 4 t	L	t	182.915
"F" granalla, en lotes mínimos de 5 t	L	t	171.790
Sintetizado 75 (óxido de níquel)	L	t Ni cont	167.780
Sintetizado 90 (óxido de níquel)	L	t Ni cont	171.402
Cátodos 99,9 % Ni	N	kg	193
Sintetizado 75 (óxido de níquel)	N	kg	177
Sintetizado 90 (óxido de níquel)	N	kg	181
Refinado, en el mercado libre	L	kg	183-192
Menas y concentrados.			
Según contenido en níquel, tomando como base de discusión el precio del níquel en cátodos de 99,9 % con deducciones que dependen de las impurezas y de los gastos de tratamientos. No existe una fórmula internacional de compra, las compañías compradoras estudian cada caso en concreto.			
VANADIO			
Metal:			
Sólo se cotiza como ferroaleaciones.			
Menas y concentrados:			
Pentóxido, fundido mín 98 % V ₂ O ₅	L	kg V ₂ O ₅ cont	204-222
Pentóxido, fundido mín 98 % V ₂ O ₅	N	kg V ₂ O ₅ cont	189
Grado técnico, secado por aire	N	kg V ₂ O ₅ cont	279
Pentóxido, por medio de agente (exportación USA).	N	kg V ₂ O ₅ cont	189
VOLFRAMIO			
Metal:			
Polvo 98/99 % W	L	kg W cont	577
Reducción al carbón 98,8 %, lotes de 1000 lb	N	kg	567
Reducción hidrogénica 99,99 % W	N	kg	627-850

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
Menas y concentrados:			
Menas indiferenciadas, calidad normalizada, mínimo 65 % WO ₃ ...	L	t. u. WO ₃	2.717-2.864
Wolframita I:			
Comprador ...	L	t. u. WO ₃	2.316
Vendedor ...	L	t. u. WO ₃	2.303
Scheelita I:			
Comprador ...	L	t. u. WO ₃	2.394
Vendedor ...	L	t. u. WO ₃	2.381
Scheelita II:			
Comprador ...	L	t. u. WO ₃	2.445
Vendedor ...	L	t. u. WO ₃	2.562
Ferroaleaciones:			
Ferro-volframio, 80/85 % W ...	L	kg W cont	395-401
Carburo de wolframio en polvo, micronizado ...	L	kg	621-673
Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio de diciembre

ALUMINIO

Metal:			
Lingotes vírgenes, superpureza, mín 99,99 % Al, en lingotes de 22 lb ...	L	t	65.586
Lingotes vírgenes, mín 99,5 % Al ...	N	kg	36,57
Mercado internacional:			
Mín 99,6 % Al ...	L	t	51.098-51.744
Mín 99,7 % Al ...	L	t	52.003-52.650
Menas y concentrados (Alumina y Bauxita):			
Alumina calcinada 98,5/99,5 % Al ₂ O ₃ empaquetada, en lotes de 20 t ...	L	t	8.571
Alumina calcinada, con contenido medio en sosa, en lotes de 50 t ...	L	t	10.440
Bauxita, grado abrasivo, mín 86 % Al ₂ O ₃ , a granel ...	L	t	2.546-2.801
Bauxita, grado refractario, mín 86 % Al ₂ O ₃ , a granel ...	L	t	3.298

CINC

Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizado, mín 98 % Zn ...	L	t	90.168
Calidad "GOB" base del productor, 98/98,5 % Zn ...	L	t	38.808
Lingotes de cinc electrolítico, mín 99,95 % Zn (con un premio ...)	L	t	90.750
Lingotes de cinc fino, mín 99,99 % Zn (con un premio 4,50 £/t) ...	L	t	91.203
Calidad "Prime Western", mín 98 % Zn ...	N	kg	37,45
Lingotes de alto grado (HG), mín 99,9 % Zn (con un premio 8 £/t) ...	N	kg	38,46
Lingotes especiales de alto grado (SHG), mínimo 99,99 % Zn (con un premio) ...	N	kg	38,71

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
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	9.098
Sulfuro del 55 % Zn ...	L	t	11.266
COBRE			
Metal:			
Bobinas (L.M.E.) ...	L	t	124.167
Cátodos (L.M.E.) ...	L	t	114.961
Menas y concentrados:			
Los minerales de cobre se compran según una fórmula internacional.			
Menas del 15 % Cu ...	L	t	14.552
Menas del 20 % Cu ...	L	t	20.541
Menas del 25 % Cu ...	L	t	26.534
ESTAÑO			
Metal:			
Lingotes tipo normalizado, mín 99,75 % Sn (LME). Calidad A, mín 99,8 % Sn ...	L	t	360.716
	N	tg	328-353
Menas y concentrados:			
El precio de venta del mineral se calcula mediante fórmula internacional.			
Menas de estaño del 20 % Sn ...	L	t	55.327
Menas de estaño del 30 % Sn ...	L	t	93.340
Menas de estaño del 40 % Sn ...	L	t	131.272
Menas de estaño del 65 % Sn ...	L	t	224.261
Menas de estaño del 70 % Sn ...	L	t	245.662
Menas de estaño del 75 % Sn ...	L	t	263.697

PLOMO

Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizados, mín 99,97 % Pb.	L	t	33.023
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	17.654
Concentrados de 80 % Pb ...	L	t	21.353

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
ANTIMONIO			
Metal:			
Regulos inglés, 99,5 % Sb, lotes 5 t ...	L	t	11.896
Regulos inglés, 99,6 % Sb, lotes 5 t ...	L	t	115.130
Importado 99,6 % Sb ...	L	t	196.757-216.161
Calidad RMM, mín 99,5 % Sb ...	N	kg	83,22
Calidad Lone Star, mín 99,8 % Sb ...	N	kg	101
Importado, mín 99,5/99,6 % Sb, lotes 5 t ...	N	kg	113-124

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
Menas y concentrados:			
Fragmentos sulfurosos, mín 50/55 % Sb	L	t. u. Sb	943-1.029
Fragmentos sulfurosos, mín 60 % Sb	L	t. u. Sb	1.029-1.144
Crudo, mín 70 % Sb, en fragmentos	L	t	115.130
Crudo, mín 70 % Sb, en polvo negro	L	t	121.598
BERILIO			
Metal:			
Polvo 98 % Be, dependiendo de tamaño de los lotes.	N	kg	12.861
Aleaciones de aprox. 4 % Be y resto de Cu, en lingotes de 5 lb y en lotes 336 lb, se añade el Cu al precio de cotización de ese día	L	kg	5.705
Menas y concentrados:			
En fragmentos escogidos a mano, mín 10 % BeO	L	t. u. BeO	1.765-1.954
Importado, 10/12 % BeO (n)	N	t. u. BeO	1.891-2.206
BISMUTO			
Metal:			
Mercado internacional, en lotes de tonelada	L y N	kg	946-958
Menas y concentrados:			
Oxido, mín 60 % Bi	L	kg Bi cont	(n)
CADMIO			
Metal:			
Barras mín 99,95 % Cd., en lotes de tonelada	N	kg	473
Lingotes en el mercado libre	L	kg	448-454
Barras en el mercado libre	L	kg	449-455
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	883-1.765
Grado comercial	N	kg	630-1.261
Menas y concentrados (Zircon):			
Calidad normalizada, mín 66/67 % ZrO ₂	L	t	5.278-6.090
Calidad con premio, máx. 0,1 % TiO ₂	L	t	6.090-6.902
LITIO			
Metal:			
Lingotes, mín 99,9 % Li, en lotes de 1000 lb	N	kg	1.031
Menas y concentrados:			
Amblygonita 6/8 % Li ₂ O, en base al 8 %	L	t. u. Li ₂ O	859-987
Lepidolita 3/3,5 % Li ₂ O, en base al 3 %	L	t. u. Li ₂ O	891-922
Petalita 3,5/4,5 % Li ₂ O, en base al 3 %	L	t. u. Li ₂ O	582-711
Esodomina 4/7 % Li ₂ O, en base al 6 %	L	t. u. Li ₂ O	732-763

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
MAGNESIO			
Metal:			
Lingotes de calidad electrolítica, mín 99,8 % Mg en lotes mínimos de 10 t	L	t	62.481
Lingotes mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 10 t.	L	t	66.750
Barras fundidas con entalladuras, en lotes de 1/2 a 1 t	L	t	66.362
Polvo de "Grado 4", mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 1 t	L	t	107.498
Limaduras, en lotes mínimos de 1 t	L	t	75.288
Lingotes mín 99,8 % Mg, en el mercado libre	L	t	62.093-65.327
Lingotes en bruto, mín 99,8 % Mg, en lotes de 10.000 lb	N	kg	48,17
Lingotes fundidos con entalladuras, en lotes de 10.000 lb	N	kg	49,18
Menas y concentrados.			
Este metal se recupera a partir de una serie de rocas que en su composición química contienen un alto grado de Mg, tales como la brucita, dolomita, magnesita y olivino.			
MERCURIO			
Metal:			
Mercado europeo, en frascos de 76 lb	L	f	15.724-16.125
Mercado americano, en frascos de 76 lb	N	f	16.468-16.697
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 % Cb, dependiendo del tamaño de los lotes:			
Polvo y perdigones	N	kg	1.387-2.774
Lingotes rugosos	N	kg	2.017.3.404
Menas y concentrados:			
Columbita mín 65 % Cb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ , de ratio Cb ₂ O ₅ /Ta ₂ O ₅ : 10/1	L	t. u. Cb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅	1.528-1.655
Pirocloro, mín 50 % Cb ₂ O ₅	N y L	kg Cb ₂ O ₅ cont	179-184
Columbita 65 % Cb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ , de ratio Cb ₂ O ₅ /Ta ₂ O ₅ : 10/1 (n)	N	kg	170.183
TANTALIO			
Metal:			
Polvo 99,5/99,8 % Ta, dependiendo del tamaño de los lotes	N	kg	3.783-4.287
Láminas dependiendo de la pureza	N	kg	4.539-7.565
Varillas dependiendo de la pureza	N	kg	3.783-5.044
Menas y concentrados:			
Tantalita:			
Mín 60 % Ta ₂ O ₅	L	kg Ta ₂ O ₅ cont	1.135-1.261
Mín 25/40 %, tomando como base 30 % Ta ₂ O ₅	L	kg Ta ₂ O ₅ cont	946-1.072
Columbita: ver mineral de COLUMBIO.			

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
TITANIO			
Metal:			
Esponja inglesa, mín 99,3 % Ti, máx 120 Brinell ...	L	kg	150
Tochos de 4"18" de diámetro, en lotes de 2.000 kg.	L	kg	331-472
Esponjas USA, mín 99,3 % Ti, máx 115 Brinell, en lotes de 500 lb ...	N	kg	179-183
Menas y concentrados:			
Rutilo 95/97 % TiO ₂ , empaquetado ...	L	t	11.368-12.018
Ilmenita de Malasia, 52/54 % TiO ₂ ...	L	t	1.210-1.464
Rutilo, mín 96 % TiO ₂ , para comercio interior, 12 % máximo humedad ...	N	t	13.238
Ilmenita, mín 54 % TiO ₂ ...	N	t	1.801
Escorias canadienses, mín 70 % TiO ₂ ...	N	t	2.983

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

ARSENICO

Metal:

Fragmentos negros, mín 99 % As, en lotes de tonelada	L	t	103.488-129.360
--	---	---	-----------------

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	80,06-206
lotes de 1-9 lb ...	N	kg	31.522-34.675
lotes de 10-99 lb ...	N	kg	25.218-28.371
lotes de 100-999 lb ...	N	kg	18.914-22.066
lotes de 1.000 o más lb ...	N	kg	12.609
Mín 99,9 %: lotes de 1-277 g ...	N	g	103-229
lotes de 1-9 lb ...	N	kg	37.827-40.890
lotes de 10-99 lb ...	N	kg	31.522-34.675
lotes de 100-999 lb ...	N	kg	23.958-27.740
lotes de 1.000 o más lb ...	N	kg	15.762

Menas y concentrados:

Polucita, mín 24 % Cs ₂ O ...	L	t. u. Cs ₂ O	617
--	---	-------------------------	-----

GALIO

Metal:

Mín 99,99 %: lotes hasta 999 g ...	N	g	80,06
lotes de 1-4,999 kg ...	N	g	68,62
lotes de 5-24,999 kg ...	N	g	62,90
lotes de más de 25 kg ...	N	g	54,33
Mín 99,999 %: lotes de 5-10 kg ...	N	g	97,21

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 diciembre
GERMANIO			
Metal:			
Calidad refinada 30 ohm/cm conductividad:			
En el mercado europeo ...	L	kg	16.754
En el mercado americano ...	N	kg	11.305
Menas y concentrados.			
El germanio metal se recupera generalmente en la fundición de las menas de plomo y cinc.			
HAFMIO			
Metal:			
Esponja ...	N	kg	9.142
En barras y placas laminadas ...	N	kg	15.131

Menas y concentrados.

Las menas de hafmio no se comercializan, ya que todo el metal que se produce se obtiene separándolo del circonio después de la metalurgia de éste.

INDIO

Metal:

En barras, mín 99,97 % de pureza, en lotes de 100 troy on ...	L	g	3,96
En lingotes, mín 99,97 % de pureza, en lotes mínimos de 10.000 troy on ...	N	g	3,22

Menas y concentrados.

El Indio metal se recupera generalmente en la fundición de minerales de cinc.

RENIO

Metal:

Polvo, mín 99,99 % Re ...	L	g	95.68
---------------------------	---	---	-------

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	103-229
lotes de 1-9 lb ...	N	kg	40.980-47.284
lotes de 10-99 lb ...	N	kg	31.522-39.718
lotes de 100-999 lb ...	N	kg	23.958-27.740
lotes de 1.000 o más lg ...	N	kg	15.762

Menas y concentrados.

El rubidio producido se obtiene de la metalurgia del cesio y otras menas, por esta razón no se cotizan sus menas en el mercado.

SELENIO Y TELURIO

Metal. Selenio:

Polvo grado comercial, mín 99/99,5 % Se ...	N	kg	1.135-1.261
De alta pureza, mín 99,9 % Se ...	N	kg	1.576

Metales menores o escasos	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
Canadiense, mín 99,5 % Se, en lotes 100 lb	L	kg	1.257
Otras procedencias	L	kg	1.370-1.395
Metal. Telurio:			
Fragmentos y polvo, mín 99/99,5 % Te	L	kg	713
Barras, mín 99,5 % Te	L	kg	713
Polvo, en lotes de 100 lb	N	kg	757
Placas, en lotes de 150 lb	N	kg	757

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	946
--------------------------	---	----	-----

Menas y concentrados.

Las menas de este metal no se cotizan en el mercado, ya que todo el talio que se produce se obtiene en la mineralurgia de otras menas.

Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
AZUFRE			
USA para la exportación, mín 99 % S			
Brillante	N	t	1.463-1.576
Brillante sólido	L	t	1.294
Brillante líquido	L	t	1.688
Oscuro	N	t	1.407-1.520
Resto del mundo, líquido	L	t	1.520-1.632

BARITA**En bruto:****Grado químico y para vidrio:**

Escogido a mano, mín 95 % BaSO ₄ , máx 1 % Fe, en lotes de camiones	N	t	1.418-1.544
--	---	---	-------------

Magnéticas o de flotación, mín 96 % BaSO ₄ , máx 0,5 % Fe, en lotes de camiones	N	t	1.860-2.172
--	---	---	-------------

Molidas:

En húmedo, mín 95 % BaSO ₄ , a 325 mesh, en bolsas de 50 lb, en lotes de camiones	N	t	3.467-4.917
--	---	---	-------------

En seco, de grado para lodos, 83/93 % BaSO ₄ , 3/12 % Fe, 4,2/4,3 peso específico, en lotes de camiones	N	t	2.332-2.774
--	---	---	-------------

Micronizadas:

Mín 99 % más fino de 20 M	L	t	7.115-7.374
---------------------------	---	---	-------------

BORATOS

Decahidrato, granular, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t	L	t	6.856
Pentahidratado, refinado, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t	L	t	8.408

Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
Anhídrico, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t	L	t	9.702
Acido bórico, técnico granular en bolsas de papel, en lotes de t	L	t	9.961
Técnico, mín 99,5 %, en fragmentos, en lotes de camiones	N	t	3.751
Deshidrato, mín 99 %, en fragmentos, en lotes de camiones	N	t	6.903
Concentrados de boratos sódicos, en fragmentos, en lotes de camiones:			
46 % B ₂ O ₃	N	t	4.003
65 % B ₂ O ₃	N	t	5.737
Concentrados de borato cálcico, de Turquía, en fragmentos, mín 40 % B ₂ O ₃	L	t	1.544-1.773

CELESTITA

Reino Unido, en bruto, lavada y clasificada, 95 % SrSO ₄ , a granel, molido 240 mesh	L	t	2.846
---	---	---	-------

ESPATO FLUOR

Metalúrgico, mín 70 % CaF ₂			
Reino Unido	L	t	1.910-2.546
USA en pellets	N	t CaF ₂ cont	3.745
Mejicano	N	t CaF ₂ cont	3.152

Cerámico, mín 85 % CaF₂:

Reino Unido, molido 93/95 %	L	t	3.438-3.947
USA, 88/90 %	N	t CaF ₂ cont	4.334
95/96 %	N	t CaF ₂ cont	4.305-4.615
97 %	N	t CaF ₂ cont	4.896

Acido, material seco, mín 97 % CaF₂:

Reino Unido, embolsado	L	t	4.074-4.838
USA, en bruto	N	t CaF ₂ cont	4.418-4.896
en pellets, 88 % cont. efectivo	N	t CaF ₂ cont	4.305
concentrados ácidos secos	N	t CaF ₂ cont	6.146
importado en Europa	N	t CaF ₂ cont	5.989-6.115
Mejicano a granel	N	t CaF ₂ cont	3.782-4.224

FOSFATOS**USA, molido, lavado, seco, a granel:**

66/68 % BPL	N	t	410
68/70 % BPL	N	t	473
70/72 % BPL	N	t	514
74/75 % BPL	N	t	580
76/77 % BPL	N	t	643
Argelino y Turco, 65/68 % BPL	L	t	744-808
Australiano, 83 % BPL	L	t	959-1.119
Marroquí, 73 % BPL	L	t	1.035-1.197
Ruso, apatito concentrado, 39 % P ₂ O ₅	L	t	(n)

NOTA: BPL=Ca₃(PO₄)₂=0,458 % P₂O₅.

Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
GRAFITO			
Alemán	N	t	11.436-74.334
Madagascar	N	t	10.006-28.590
Noruego	N	t	6.862-11.436
Ceilán, sin diferenciar calidades	N	t	11.436-20.013
Fragmentos muy pesados, 97/99 % C	L	t	15.915
Fragmentos peso ordinario, 94/95 % C	L	t	13.369
90/92 % C	L	t	9.804
En pedacitos casi polvo, 97/98 % C	L	t	15.915
90/92 % C	L	t	9.804
80/83 % C	L	t	7.639
En pedacitos, 90/92 % C	L	t	9.804
80/83 % C	L	t	7.639
En polvo, 50/55 % C	L	t	4.456
Amorfo, 80/85 % C:			
Coreano, en bolsas	N	t	1.372
Mejicano, a granel	N	t	1.372
NITRATOS			
Sódico, o de Chile, mín 98 %, en lotes de 8 t	L	t	5.475
PIRITAS			
USA, 50/52 % S, a granel	N	t	252-315
Españolas, mín 48 % S (Río Tinto y Tharsis)	L	t	(n)
Portuguesas, mín 48 % C (Aljustrel y Louzal)	L	t	(n)
Resto de los países productores	L	t	629-801
POTASAS			
Cloruro de potasio, 60 % K ₂ O:			
Europa, standard, a granel	L	t	2.419-2.929
USA, standard	N	t. u. K ₂ O	40,35
Coarse	N	t. u. K ₂ O	44,13
Cloruro de potasio, 62 % K ₂ O:			
Canadiense:			
Standard	N	t. u. K ₂ O	21,44-22,70
Coarse	N	t. u. K ₂ O	23,33-26,48
Granular	N	t. u. K ₂ O	24,59-27,74
USA:			
Standard	N	t. u. K ₂ O	27,11
Standard	N	t. u. K ₂ O	22,07
Finos standard	N	t. u. K ₂ O	28,37
Coarse	N	t. u. K ₂ O	29,63
Coarse	N	t. u. K ₂ O	26,48
Granular	N	t. u. K ₂ O	27,11
Cloruro de potasio, 62/63 % K ₂ O:			
Canadiense, soluble	N	t. u. K ₂ O	22,07-23,33
USA, soluble	N	t. u. K ₂ O	23,33-24,59
Sulfato de potasio, 48/50 % K ₂ O, a granel	N	t. u. K ₂ O	(n)
SAL COMUN			
Sal de mina, machacada, en lotes, mín de 6 t	L	t	414
Sal de mina, machacada, en lotes, mín de 6 t, en bolsas de 50 kg	L	t	639
Sal de salina, en lotes, mín de 6 t, seca, en bolsas de 50 kg	L	t	1.034
Sal de salina, en lotes, mín de 6 t, a granel, sin secar.	L	t	798

Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de diciembre
VERMICULITA			
USA	N	t	1.576-2.396
Sudáfrica:			
En crudo	N	t	2.522-3.152
En crudo, embolsada	L	t	2.368-2.742
WOLLASTONITA			
Para pinturas:			
P ₁ , 99,7 % menor 325 mesh	L y N	t	4.902
P ₄ , 99,95 % menor 325 mesh	L y N	t	5.347
Para cerámica:			
C ₁ , 96,5 % menor 325 mesh	L y N	t	4.838
C ₆ , 79,2 % menor 325 mesh	L y N	t	4.774
C ₁₀₁ , 2 % menor 200 mesh	L y N	t	4.711
Para mastique:			
F ₁ , 78 % menor 325 mesh	L y N	t	5.156

NOMENCLATURA

CALIDAD

(n): Nominal, indica que al ser insuficiente en negocio, no sirve como base para una cuantificación real.

GIRM: Agrupación de importadores de metales.

MERCADO

L: Londres, base del mercado europeo.
 N: Nueva York, base del mercado americano.
 A: Australia.
 B: Bélgica.
 C: Canadá.
 F: Francia.
 G: Alemania del Oeste.
 I: Italia.
 J: Japón.
 SA: Sudáfrica.

UNIDAD

Troy on: onza troy=0,3110 g.
 lb: libra=0,4535 kg.
 t: tonelada métrica.

st: tonelada corta=0,907 t.
 lt: tonelada larga=1,016 t.
 f: frasco=76 lb.
 picul.: picul=133,5 lb.
 tu "x": unidad de "x" contenido en una tonelada.
 stu "x": unidad de "x" contenido en una tonelada corta.
 ltu "x": unidad de "x" contenido en una tonelada larga.
 lb "x" cont.: libro de "x" contenido.
 kg "x" cont.: kg de "x" contenido.
 t "x" cont.: tonelada de "x" contenido.

PRECIO

(n): nominal, indica el nivel de precio probable, sin confirmación.
 n. a.: precio no disponible.

£: Libra Esterlina.
 \$: Dólar USA.
 \$ A: Dólar Australiano.
 \$ C: Dólar Canadiense.
 \$ M: Dólar Malayo.
 D M: Marco Alemán.
 F: Franco Francés.
 F B: Franco Belga.
 l: Lira Italiana.
 Rand: Rand Sudafricano.
 Yen: Yen Japonés.

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 de seguro y flete hasta el puerto de destino.

CIF-E: CIF en puerto Europeo.

CIF-USA: CIF en puerto USA.

CIF-X: CIF en el 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.

e-w: ex warehouse=puesto en fábrica o almacén.

p. e: libre de gastos hasta el punto de entrada en el país.

f: fábrica.

r: refinería.

(e): aranceles de aduanas adicionales.

(i): incluidos los aranceles de aduanas.

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
271	21844	12-XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera citadas.
272	21930	13-XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera citada, de la Delegación Provincial de Salamanca.
272	21929	13-XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación minera citado, de la Dirección General de Minas.
272	21930	13-XI-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación citado, de la Delegación Provincial de Ciudad Real.
272	21930	13-XI-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación citado, de la Delegación Provincial de Santander.
274	22111	15-XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera citadas, de la Delegación Provincial de Málaga.
274	22112	15-XI-73	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera citadas, de la Delegación Provincial de Teruel.
279	22527	21-XI-73	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Navarra.
279	22526	21-XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación minera citado, Delegación Provincial de Alicante.
279	22526	21-XI-73	Ind.	Se rectifica anuncio relativo al permiso de investigación minera citado, Delegación Provincial de Almería.
279	22527	21 XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera citados, Delegación Provincial de Lugo.
281	22699	23-XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Almería.
281	22700	23-XI-73	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación minera citado, Delegación Provincial de Burgos.
281	22701	23-XI-73	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación minera citado, Delegación Provincial de León.
281	22701	23-XI-73	Ind.	CANCELACION del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Madrid.
283	22883	26-XI-73	Ind.	CANCELACION de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Ciudad Real.
283	22883	26-XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera citados, Delegación Provincial de Teruel.
284	22985	27-XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permiso de investigación citado, en las provincias de Badajoz y Ciudad Real.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
284	22989	27-XI-73	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de León.
284	22989	27-XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de León.
286	23151	29-XI-73	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Ciudad Real.
286	23151	29-XI-73	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Palencia.
288	23298	1-XII-73	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Cuenca.
288	23198	1-XII-73	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Cuenca.
288	23299	1-XII-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Sevilla.
291	23580	5-XII-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera citados, Delegación Provincial de Guadalajara.
292	23668	6-XII-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de León.
292	23668	6-XII-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera citada, Delegación Provincial de Teruel.
292	23667	6-XII-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera citados, en las provincias de Vizcaya, Burgos, Lugo y Oviedo.
292	23668	6-XII-73	Ind.	CANCELACION de permisos de investigación minera citados, Delegación Provincial de Huesca.
292	23668	6-XII-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación minera citado, Delegación Provincial de Madrid.
292	23668	6-XII-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación minera citado, Delegación Provincial de Salamanca.
292	23668	6-XII-73	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación minera citado, Delegación Provincial de Vizcaya.
295	23867	10-XII-73	Ind.	DECRETO por el que se aprueba el contrato entre CIEPSA, ENPASA, ENPENSA y APEX sobre cesión de participaciones, por la primera o las otras tres en la titularidad de un permiso de investigación de hidrocarburos.
310	25111	27-XII-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera citada, Delegación Provincial de Guadalajara.
312	25334	29-XII-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera citadas, Delegación provincial de Oviedo.
4	219	4-I-74	Ind.	CADUCIDAD de concesión de explotación minera citada, Delegación Provincial de Granada.
4	220	4-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de la concesión de explotación minera citada, Delegación Provincial de Málaga.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
4	221	4-I-74	Ind.	Se publica la solicitud de la concesión directa de explotación minera citada, Delegación Provincial de Valencia.
4	221	4-I-74	Ind.	Se publica la caducidad de concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Vizcaya.
4	218	4-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación minera citado, en las provincias de Teruel y Valencia.
4	218	4-I-74	Ind.	CADUCIDAD de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Burgos.
4	218	4-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera citados, Delegación Provincial de Ciudad Real.
4	219	4-I-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación minera citado, Delegación Provincial de Huelva.
4	220	4-I-74	Ind.	CANCELACION del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Málaga.
4	220	4-I-74	Ind.	CANCELACION de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Palencia.
4	220	4-I-74	Ind.	CANCELACION de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Salamanca.
6	384	7-I-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación que se cita, Delegación Provincial de Granada.
6	384	7-I-74	Ind.	CANCELACION de la solicitud del permiso de investigación minera que se cita.
7	462	8-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Huelva.
8	528	9-I-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Granada.
9	581	10-I-74	Ind.	CANCELACION del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Granada.
20	1313	23-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de la concesión de explotación minera citada, Delegación Provincial de Cuenca.
20	1313	23-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de las concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de León.
20	1314	23-I-74	Ind.	CADUCIDAD de la concesión de explotación minera citada. Delegación Provincial de León.
20	1314	23-I-74	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Murcia.
20	1312	23-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Almería.
20	1312	23-I-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Avila.
20	1313	23-I-74	Ind.	CADUCIDAD de las permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Granada.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
20	1314	23-I-74	Ind.	CADUCIDAD y cancelación de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de León.
20	1314	23-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Lugo.
20	1314	23-I-74	Ind.	CANCELACION de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Madrid.
20	1314	23-I-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Madrid.
20	1315	23-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Orense.
20	1315	23-I-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Salamanca.
20	1316	23-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Zaragoza.
22	1441	25-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación citado.
26	1775	30-I-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Burgos.
26	1775	30-I-74	Ind.	CANCELACION de la solicitud del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de León.
26	1775	30-I-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de León.
26	1775	30-I-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de Investigación citados, Delegación Provincial de Lugo.
26	1775	30-I-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de Investigación citados, Delegación Provincial de Murcia.
29	2063	2-II-74	Ind.	CADUCIDAD de la concesión de explotación minera citada, Delegación Provincial de Zamora.
35	2629	9-II-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de León.
35	2629	9-II-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de La Coruña.
HIDROCARBUROS				
273	22011	14-XI-73	Ind.	DECRETO por el que se adjudica a "Unión Texas España Inc." y "Getty Oil Company of Spain, S. A.", un permiso de investigación de hidrocarburos en la Zona I (Península).
273	22013	14-XI-73	Ind.	DECRETO por el que se otorgan cuatro permisos de investigación de hidrocarburos en aguas marinas frente a las costas de Cádiz y Huelva.
279	22524	21-XI-73	Ind.	DECRETO por el que se adjudica a "Esso Exploration Spain Inc.", seis permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
279	22524	21-XI-73	Ind.	DECRETO de otorgamiento a "C.N.W.I." de cinco permisos de investigación en Zona I.
279	22525	21-XI-73	Ind.	DECRETO de resolución de los expedientes de solicitudes de permisos "Benicasim" y "Grao".
284	22979	27-XI-73	Ind.	ORDEN por la que se concede al INI, COPAREX, APEX, CIEPSA y REPESA, titulares de los permisos de investigación de hidrocarburos "Torrevieja" y "Mar Menor", en zona I, primera prórroga, por tres años, de la vigencia de los citados permisos.
285	23061	28-XI-73	Ind.	Se anuncian concursos para la adjudicación de seis permisos de investigación de hidrocarburos en zona I (Península).
304	24724	20-XII-73	Ind.	CORRECCION de errores del Decreto 2936/1973, de 26 de octubre, por el que se adjudica a "Esso Exploration Spain Inc." seis permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
304	24724	20-XII-73	Ind.	ORDEN sobre extinción del permiso de investigación de hidrocarburos "Las Nieves".
310	25107	27-XII-73	Ind.	CORRECCION de errores del Decreto 2486/1973, de 17 de agosto, por el que se adjudica a "Ashland Petroleum España Inc." diez permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona I.
1	15	1-I-74	Ind.	DECRETO de resolución de los expedientes de nueve solicitudes de permisos de investigación de hidrocarburos.
3	133	3-I-74	Ind.	ORDEN sobre extinción del permiso de investigación de hidrocarburos "Rosa María".
4	215	4-I-74	Ind.	ORDEN por la que se aprueba el convenio de colaboración suscrito por "Martinex Petroleum of Spain, Inc.", "Cardinal Petroleum Company Spain" y "Houston Oils of Spain Limited", para la regulación de las actividades de los permisos de investigación de hidrocarburos "Golfo de Cádiz A, F, G y H".
5	304	5-I-74	Ind.	DECRETO para el otorgamiento a CAMPSA y APEX de tres permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
16	1041	18-I-74	Ind.	ORDEN por la que se aprueba el Convenio de Colaboración suscrito por "Shell España, N.V." y "Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos, S. A.", para la regulación de las actividades de los permisos de investigación de hidrocarburos "Columbretes A" y "Columbretes B".
RESERVAS				
279	22536	21-XI-73	Ind.	DECRETO por el que el Estado decide investigar por sí mismo, durante un plazo no superior a doce meses, determinadas áreas libres del golfo de Cádiz.
307	24956	24-XII-73	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por la Junta de Energía Nuclear para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado, para minerales radiactivos, en el área que se indica, comprendida en las provincias de Zaragoza, Guadalajara y Soria.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
307	24956	24-XII-73	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por el Instituto Geológico y Minero de España, para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado, para todos los recursos minerales de la Sección C), excluidos hidrocarburos y minerales radiactivos, en el área que se indica, comprendida en las provincias de León y Palencia.
309	25040	26-XII-73	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por la Junta de Energía Nuclear para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado para minerales radiactivos en el área que se indica, comprendida en las provincias de Barcelona, Tarragona y Lérida.
4	217	4-I-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por la Junta de Energía Nuclear para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado para minerales radiactivos en el área que se indica, comprendida en las provincias de Cuenca, Guadalajara, Teruel y Valencia.
4	217	4-I-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por la Delegación Provincial del Ministerio de Industria en Almería para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado para toda clase de recursos minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos y minerales radiactivos, en el área que se indica, comprendida en la provincia de Almería.
24	1605	28-I-74	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Quinta", comprendida en los términos municipales de Bañobárez y San Felices de los Gallegos, de la provincia de Salamanca.
24	1606	28-I-74	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Primera", comprendida en el término municipal de San Felices de los Gallegos (Salamanca).
24	1606	28-I-74	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Sexta", comprendida en el término municipal de Hinojosa de Duero (Salamanca).
25	1689	29-I-74	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Tercera" comprendida en el término municipal de Sobradillo (Salamanca).
33	2432	7-II-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por el Instituto Geológico y Minero de España para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado, para investigación de lignitos, en el área que se indica, comprendida en la provincia de Teruel.
33	2432	7-II-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por el Instituto Geológico y Minero de España

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
				para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado, para investigación de lignitos, en el área que se indica, comprendida en las provincias de Alava y Burgos.
33	2432	7-II-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por el Instituto Geológico y Minero de España para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de lignitos, en el área que se indica, comprendida en la provincia de Zaragoza.
33	2432	7-II-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por el Instituto Geológico y Minero de España para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de lignitos, en el área que se indica, comprendida en las provincias de Málaga, Córdoba y Sevilla.
				V A R I O S
279	22527	21-XI-73	Ind.	RESOLUCION publicando la declaración de minero-industrial de las aguas del manantial que se cita, Delegación Provincial de Burgos.
279	22526	21-XI-73	Ind.	RESOLUCION publicando la solicitud de declaración minero-medicinales de las aguas del manantial que se cita, de la provincia de Zaragoza.
279	22527	21-XI-73	Ind.	EXPROPIACIONES. Se señala fecha para el levantamiento de las actas previas a la ocupación de las fincas afectadas por el Plan de electrificación rural, de la Delegación Provincial de La Coruña.
281	22691	23-XI-73	Ind.	RESOLUCION publicando la concesión otorgada a don Antonio Cebrián Iglesias de un aprovechamiento de aguas subálveas del torrente Puig y Broquetas, con destino a usos domésticos, agropecuarios y de riego, en término municipal de Esparraguera (Barcelona).
282	22779	24-XI-73	Plan. Des.	ORDEN modificando la composición de las Comisiones de Dirección para el desarrollo económico y social del Campo de Gibraltar y de la Cuenca del Segura.
282	22784	24-XI-73	O. P.	AUTORIZACION concedida a don Eulalio Aumonio García García para ejecutar labores de alumbramiento de aguas subterráneas en el barranco del Muerto, en términos municipales de Santa Cruz de Tenerife y El Rosario (Santa Cruz de Tenerife).
291	23572	5-XII-73	O. P.	CONCESION otorgada a don José Perramón Calvet, don Esteban Montaña Tomasa y don Ramón Pujol Espúñez de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Cardoner, con destino al abastecimiento de una urbanización, en el término municipal de Olius (Lérida).
291	23573	5-XII-73	O. P.	CONCESION otorgada a don Pedro Mención Puigdevall de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Fluviá, en el término municipal de Esponellá (Gerona), con destino a riegos.
296	23946	11-XII-73	Ind.	EXPLORACIONES de yacimientos radiactivos.—Orden por la que se transfiere a la "Empresa Nacional de Uranio, S. A." (ENUSA), la

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
				explotación de determinados yacimientos radiactivos en zonas de reserva definitiva en la provincia de Salamanca actualmente encomendadas a la Junta de Energía Nuclear.
302	24508	18-XII-73	O. P.	RESOLUCION por la que se concede al Grupo Sindical de Colonización núm. 9.784, de Vélez-Málaga (Málaga), un aprovechamiento de aguas subálveas del río Seco con destino a riegos en dicho término municipal.
3	126	3-I-74	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Martín Almagro Bach un aprovechamiento de aguas subálveas del río Guadalaviar, en término municipal de Albarracín (Teruel), con destino al abastecimiento de una casa rural.
7	384	7-I-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la declaración de minero-medicinal de las aguas del manantial que se cita, Delegación Provincial de Zaragoza.
8	513	9-I-74	O. P.	RESOLUCION por la que se concede al Ayuntamiento de Jimena de la Frontera (Cádiz) un aprovechamiento de aguas subálveas del río Guadiaro, con destino al abastecimiento de dicha localidad y de la futura zona industrial.
10	631	11-I-74	Gob.	ORDEN por la que se hace pública la declaración de utilidad pública de las aguas del pozo artesiano sito en el pago de Marialba la Baja, en el término municipal de Toro (Zamora).
15	971	17-I-74	Gob.	DECRETO sobre normas para la ejecución de nuevos alumbramientos y ampliación de los ya existentes en la provincia de Baleares.
19	1249	22-I-74	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Alfonso de Lacruz Martínez un aprovechamiento de aguas subálveas del río Guadaiza, en término municipal de Marbella (Málaga), con destino al abastecimiento de una urbanización.
27	1863	31-I-74	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Manuel Vallejo Pérez un aprovechamiento de aguas subálveas del barranco de Itrabo, en términos municipales de Itrabo y Molvizar (Granada), con destino a riegos.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

L. VÍA y J. PADRENY: *Historia bibliográfica sobre la geología de Montjuich (Barcelona)*. Instituto de Investigaciones Geológicas. Vol. XXVII. Dic. 1972.

Resumen los autores un centenar de notas y trabajos. En gran mayoría se ocupan incidentalmente de la geología o de los aspectos geológicos de Montjuich. Sólo 29 de los artículos tienen carácter monográfico.

Con miras a su aprovechamiento para revisiones ulteriores, han transcrito las listas de fósiles y minerales citados.

En la exposición siguieron el orden cronológico de las publicaciones y al final adjuntan un índice onomástico de sus autores.—L. DE A.

MATEO ESTEBAN CERDÁ. *Una nueva forma de prismas de microcodium elegans Glück 1912 y su relación con el caliche del Eoceno inferior, Marmelia, provincia de Tarragona (España)*. Instituto de Investigaciones Geológicas. Vol. XXVII. Dic. 1972.

Los Microcodium se sitúan en un caliche del Eoceno inferior que incrusta las calizas del Aptiense. Una nueva forma de prismas Microcodium aparece involucrado en el proceso de calificación, tal como deduce el autor de su íntima asociación con los canales y láminas pisolíticas del caliche. Esta forma la define como *M. elegans* (b), variedad del típico prisma de *M. elegans* (a) Glück 1912, caracterizada por su tamaño inferior y su sección cuadrangular. Sin embargo existe una gradación completa de tamaños entre las dos formas. Parece que algún tipo de recristalización puede originar formas de *M. elegans* (a) a partir de formas coloniales complejas de *M. elegans* (b), cuando alcanzan la madurez suficiente, o cuando existe un exceso de carbonato cálcico en la roca (cementación, fosilización del caliche). Los ataques de Microcodium sobre las compactas del Aptiense produce exclusivamente formas (a). Sugiere que colonias bacteriales y de algas cianofíceas son las responsables de las estructuras de Microcodim.—L. DE A.

E. SOERS: *Stratigraphie et Geologie Structurale de la partie orientale de la Seirra de Guadarrama (Espagne Centrale)*. Studia Geologica, IV (7-94), 1972.

Comienza con la descripción estratigráfica del zócalo hercínico de la parte oriental de la Sierra de Guadarrama.

Compuesta por los gneises de Hiendelaencina y de La Bodera semejantes a la Formación "Ollo de Sapo" de Galicia (Precámbrico superior), a los que se superpone una serie esencialmente esquistoso-arenosa de edad Cámbrica superior a Emsiense. El zócalo está recubierto por formaciones mesozoicas (conglomerados, areniscas y argilitas rojas) de las que discute la edad.

Posteriormente da una descripción somera de las rocas volcánicas (andesitas), aflorantes al oeste de Atienza.

En la tercera parte trata de la evolución estructural durante la tectogénesis hercínica. Distingue tres fases tectogénicas superpuestas. La primera fase sin-metamórfica, es la mayor. Ha engendrado las estructuras grandes y dado nacimiento a pliegues sin-esquistosos con vergencia al este. La segunda fase provoca un apretamiento de las estructuras existentes, de donde resultan esencialmente los pliegues menores. Se desarrolla localmente una esquistosidad S_2 . Durante la tercera fase produjo en la zona central, un levantamiento anticlinal dirigido NW-SE. Extremidad oriental de la Sierra de Guadarrama (región de Riva de Santiuste-Cercadillo), se distingue del resto de la región estudiada por su estilo de plegamiento y la estudia separadamente. Una serie de estereogramas ilustra el análisis estructural de la tectogénesis hercínica.

La tectónica post-hercínica está caracterizada por el desarrollo de fallas verticales.—L. DE A.

CRIADEROS

SAUPÉ, FRANCIS: *La Geologie du Gisement de mercure d'Almadén*. University de Nancy (France). Sciences de la Terre. XXIX. Sprt., 1973, 342 págs., 8 láms., 6 planas.

Este trabajo es una Memoria presentada como tesis para la colación del grado de doctor por la Universidad de Nancy.

El fin del trabajo es el aumento de los conocimientos sobre este yacimiento, aclarando sus relaciones con el contexto geológico regional y estudiándolo en sus principales niveles de observación, aplicando las técnicas actuales.

En Almadén, situado en la mitad meridional de la Meseta Ibérica, entre la Sierra Morena hacia el Sur y los Montes de Toledo hacia el Norte, hay una sucesión sedimentaria formada por dos series, separadas por la discordancia sarda (o más exactamente ibérica), recubiertas por depósitos neógenos y recientes. La serie inferior,

anteordovícica (Precambiano Superior), está constituida por 6.000 a 7.000 metros de grauwackas y esquistos azofcos, con raras intercalaciones de pudingas y calizas. La segunda serie, de facies epicontinental, va del Arenig hasta el Viseense, faltando el Devoniano Medio. Su potencia se aproxima a los 4.000 metros. Empieza con la potente cuarcita armoricana y sigue con argilitas, argilitas y areniscas alternadas y tres otras corridas de cuarcitas. De estas últimas, la del Llandovery es la roca que lleva la mineralización cinabrifera ("cuarcita del criadero"). Algunas capas delgadas de carbonatos se intercalan en estas formaciones detríticas; una, en el Ashgill, y otras, en el Devoniano Inferior.

Un importante vulcanismo básico interstratificado, de afiliación probablemente tholeítica, se manifestó en tres épocas distintas (Llandeflo, Llandovery-Wenlock y Devoniano medio). Su diferenciación magmática es débil y produjo una fracción inicial basáltica y otra residual, dolerítica, evolucionando posteriormente hacia las andesitas cuarcíticas. En cambio, estas rocas sufrieron fenómenos deutéricos, generalizados y muy intensos, debidos a la abundancia de fluidos (H_2O y CO_2). Estos causan una fuerte diferenciación de los magmas basálticos, produciendo rocas alternativamente enriquecidas en albita, en cloritas y en carbonatos. Estos minerales indican la instauración de una paragénesis de baja temperatura (albita B T., clorita y carbonatos; óxidos de hierro, talco, sericita y epidota) por cristalización directa o por remplazamiento de minerales de alta temperatura (olivino, pyrreno y plagioclasas intermediarias) cristalizados tempranamente, antes de la fase deutérica. Explosiones submarinas dieron lugar a tobas piroclásticas, que, con los basaltos vacuolares, indican profundidades acuosas relativamente reducidas, existentes por lo menos en ciertas épocas.

El metamorfismo del Paleozóico no ha sobrepasado la anchizona.

Tres fases tectónicas han marcado este conjunto durante la orogénesis hercynica. La primera produjo pliegues concéntricos muy alargados (armoricanotipo). La segunda produjo escamas de las cuarcitas y deformó los pliegues y sus ejes dando lugar a elevaciones y depresiones axiales. La última a fallas de desgarre regionales. Granodioritas de anatexis profunda, en parte a cordierita o hypersteno, cortaron este conjunto volcano-sedimentario a 302 ± 10 M.a., mientras que más al sur surgió el batholito de Los Pedroches. Utilizando las fallas como canales de ascensión, doleritas, rhyolitas hiperácidas, microgranitos y rocas, provisionalmente clasificadas como lamprófidos, acabaron la parte más importante de la historia geológica.

El medio geotécnico es el de un cratón sumergido (bathycratón de H. Stille): un zócalo estable, recubierto por sedimentos detríticos de gran continuidad lateral. Este zócalo se fractura periódicamente, permitiendo así la ascensión de lavas básicas. El gran espesor de sedimentos ha impedido el desarrollo del metamorfismo.

El yacimiento de mercurio de Almadén, cinco minas satélites, agotadas y hoy inaccesibles, así como también una serie de indicios, se hallan todos en la "Cuarcita del criadero" (Llandovery inferior y/o medio) que constituye la única formación portadora de mineralización económicamente interesante. Así, pues, es muy claro el control estratigráfico. Esta formación la constituyen dos capas de cuarcitas separadas y encuadradas por siltstones. El depósito del material cuarcítico es casi contemporáneo del comienzo del potente vulcanismo básico del Siluriano inferior. Este vulcanismo se manifestó por una colada al muro del yacimiento y algunas interstratificaciones, pero participó sobre todo en una serie de alternancias volcano-sedimentarias de varios centenares de metros al techo del yacimiento. Una facies pyroclástica ("frailesca") aparece inmediatamente al techo de la cuarcita, en sitios donde esta contiene mineralización. (Al contrario, en otros niveles estratigráficos se encuentran rocas análogas sin mineralización.)

La impregnación de cinabrio tiene la forma de tres lentejones concordantes estratigráficamente superpuestos. El sulfuro ocupa los espacios intergranulares del cuarzo, o una red de fisuras, según el lentejón. La mineralización es independiente de la tectónica: las fallas son todas estériles y posteriores a la mineralización. Dykes de lamprófidos (301 ± 5 mA) han tostado el mineral. Figuras de sedimentación se han observado en el cinabrio macizo, y son conocidas las inclusiones de cinabrio entre núcleo y coronas de crecimiento diagenético, tanto en el cuarzo detrítico de las cuarcitas, como en la piritita. Así, pues, la llegada del mercurio fue anterior a la litificación.

El origen del metal es más difícil de precisar: los contenidos en Hg de las rocas volcánicas y de los esquistos argilitos (siltstones) son similares y más altos que los de otras rocas. Desde luego puede proceder de unas u otras. La coincidencia geométrica, en el synclinal de Chillón, de la mineralización y de la potencia máxima de las formaciones volcánicas, la aparición ocasional del cinabrio en las rocas volcánicas, así como la riqueza en fluidos, hacen resaltar la importancia de estas rocas en el proceso genético, aunque su papel exacto en el mismo quede parcialmente hipotético.

Consta la obra de una introducción y dos partes. La parte primera dedicada a la Constitución Geológica de la región de Almadén, donde considera: la estratigrafía, los fenómenos profundos, la tectónica, la historia geológica de la región de Almadén. La parte segunda corresponde a la descripción de las mineralizaciones de mercurio, con los capítulos siguientes: La mina de Almadén, otras minas e indicios de mercurio de la concesión, la geoquímica del mercurio de Almadén, comparaciones, interpretaciones, conclusiones generales. Completa la obra un índice geográfico y una bibliografía amplia.—L. DE A.

MINERALOGIA

JAIME BECH: *Datos sobre la mineralogía de la fracción arena de los regolitos, saprolitos y suelos graníticos del Maresme (Barcelona)*. Instituto de Investigaciones Geológicas. Vol. XXVII. Dic. 1972.

Expone datos sobre la mineralogía de las fracciones ligera y pesada, dimensiones arena media (0,5-0,2 mm.) y arena fina (0,2-0,05 mm.), de siete muestras más representativas, seleccionadas entre unas cuarenta estudiadas, de regolitos, saprolitos y suelos graníticos del Maresme (Barcelona).

Destacan en ellas la poca meteorización química de los materiales, forma subangular de los granos y predominio de la asociación biotita-hornblenda.—L. DE A.

SEDIMENTOLOGIA

PURSER, B. H.: *Sedimentación y diagénesis de carbonatos Holocenos en un mar epicontinental somero*. 250 figuras, siete láminas, tres mapas. VII. 471 páginas. Berlín-Heidelberg-Nueva York. Springer-Verlag. ISBN 3-540-06156-8. Derechos de distribución en la India: UBS Publishers'Distributors. Pvt. Ltd. Delhi, India, 1973.

La *Introducción* de esta obra ha sido redactada por Bruce H. Purser, del Laboratorio de Geología Histórica de la Facultad de Ciencias, perteneciente a la Universidad de París Sud. Son 22 trabajos los que comprende este volumen, redactados por 31 autores de diversa nacionalidad pero todos publicados en un solo idioma, el inglés. Son nueve estas nacionalidades. La Universidad de Kiel (Alemania) constituye el grupo más numeroso, dirigido por el profesor Seibold. La zona en donde más ha investigado este grupo abarca una extensa región litoral de la parte persa y amplias áreas del golfo de Omán. Gran parte de los resultados obtenidos fue objeto de publicación entre los trabajos del "Meteor" (1969-1972). Una nueva serie de estudios sedimentológicos y ecológicos está incluida en esta obra que aquí comentamos.

El grupo inglés, formado por el "Imperial College of London", ha estudiado con detalle la costa del golfo comprendido entre Qatar y Oman. La mayor parte de estos trabajos se realizó entre los años 1961 y 1968.

El grupo holandés ha concentrado su interés en torno a la península de Qatar; sus investigaciones eran, en general, de carácter económico, tendentes a fijar las zonas de mayores posibilidades de extracción de los sedimentos carbonatados.

Además de estos tres grupos más importantes se desta-

ca también aquí el valor de las contribuciones de autores aislados o de grupos de menor número de investigadores (Instituto Politécnico de Zürich, Servicio Geológico de Praga, Universidad de Bagdad, Museo de Historia Natural de París).

A continuación de esta *Introducción* siguen los 22 trabajos, en parte hechos por un solo autor, en parte por dos o más.

El primer trabajo es el de Purser y Seibold, que trata de los principales factores del contorno del Golfo Pérsico, los cuales han influido en la sedimentación y diagénesis holocena de su cuenca. La profundidad media del Golfo es de 35 metros. La máxima, de más de 100 metros se encuentra en su entrada (en el estrecho de Ormuz). Su largo eje separa dos provincias geológicas: el antepaís arábigo, estable, y la cintura de plegamiento de la costa iraníana, que definen bien la movida morfología, tanto la exenta como la cubierta por el mar.

El clima subtropical, con temperaturas que en el verano llegan a los 50 grados, con vientos fuertes, favorece la formación de minerales evaporíticos (evaporitas) y la afluencia del polvo eólico hacia la cuenca. La presencia de los aportes fluviales de los ríos Tigris y Eúfrates se destaca apenas en el delta de Karun formado al desaguar estos ríos en el golfo. Contrastan los depósitos terrígenos de las montañas iraníanas con los sedimentos, relativamente puros, de carbonatos que constituyen la costa de los desiertos arábigos.

La evaporación grande y la intensa insolación del cercano Océano Indico produce una salinidad anormal que llega a ser del 70 por 1.000 en las lagunas de la parte de Arabia. El fuerte viento que casi constantemente reina, provoca la formación de vivo oleaje y de corrientes superficiales, que favorecen la formación de arenas carbonatadas por la parte arábigo y de arenas arcillosas por la parte iraníana. Las corrientes mareales influyen en la estructura de los sedimentos que se van constituyendo.

El segundo trabajo de esta serie es de P. Kassler y lleva por título "La evolución estructural y geomórfica del Golfo Pérsico".

El Golfo Pérsico, según este autor, es una cuenca tectónica de edad pliocena tardía que alcanza hasta el pleistoceno. La estructura tectónica se define claramente en sus rasgos principales. La orogénesis de la cordillera de Zagros (situada al Este de la Mesopotamia) destaca los plegamientos de rumbo NW-SE. El relieve de la parte arábigo se debe a movimientos de edad pliocena y pleistocena. En las estructuras del Golfo se reconoce la interferencia de las orogénesis arábigas con las de Zagros. Durante el cuaternario hubo una reactivación tectónica. El nivel del mar descendió durante el pleistoceno 120 metros dejando vacío el Golfo Pérsico. Las corrientes fluviales excavaron la tierra formando valles de escarpadas vertientes. Se formaron terrazas. El mar volvió de nuevo a la depresión del golfo en época postglaciaria, como muestra



la correlación entre las estructuras geológicas y las batimétricas.

Los sedimentos recientes, todavía sin consolidar, se deben a la transgresión flandense, que, según Fairbridge (1961) debió comenzar hacia los mil ochocientos años antes de la era actual y alcanzó su nivel presente hace unos cinco mil rellenando la topografía anterior. La mayor potencia de estos sedimentos se encuentra en el eje del Golfo.

El tercer trabajo de esta serie se debe a H. Clarke y Keij. Su título es: "Organismos como productores de sedimentos carbonatados e indicadores del medio ambiente en el Golfo Pérsico meridional".

Se estudian y describen los organismos más importantes como elementos productores de los carbonatos. Sobre todo, se analizan las acumulaciones de foraminíferos, que llegan a ser de más de 20.000 en un gramo de sedimento. Un límite de su abundancia está señalado por la salinidad que alcanza el agua al medirse 50 mg por litro. Entonces desaparece la mayor parte de los foraminíferos perforados, las algas rojas, los corales y equinodermos y otros grupos.

Además de los mapas de diversas partes del Golfo, este trabajo contiene varias láminas fotográficas de organismos propios del Golfo Pérsico.

En la redacción del cuarto trabajo han colaborado los siguientes autores: Seibold, Diester, Fütterer, Lange, Müller y Werner. Lleva por título: "Sedimentos holocenos y procesos sedimentarios en la parte iraníana del Golfo Pérsico".

Un grupo numeroso de geólogos y micropaleontólogos de la Universidad de Kiel y otro grupo similar de la Universidad de Hamburgo tomaron parte en la expedición internacional dedicada al estudio del Océano Indico realizada el año 1965. Objeto preferente de ambos grupos fue la parte NE del Golfo Pérsico. El "Meteor", destinado a los estudios oceanográficos por Alemania, fue la base de tales investigaciones, subvencionadas por las instituciones científicas de este país.

El interés de la expedición se centraba, sobre todo, en considerar las condiciones de un golfo situado al margen de un mar sometido a un clima árido investigando su hidrografía, morfología, sedimentología y micropaleontología y estableciendo las diferencias pertinentes respecto a tales condiciones que posee el Mar Báltico.

Son 30 las figuras que contiene este artículo (mapas parciales, fotografías de depósitos de aragonito, foraminíferos, histogramas, etc.).

El trabajo número cinco se debe a Sarnthein y Walger, ambos de la Universidad de Kiel. El título es el siguiente: "Classification of Modern Marl Sediments in the Persian Gulf by Factor Analysis". Se trata de estudiar con detenimiento los sedimentos que se extienden por la parte norte del Golfo Pérsico, predominantemente margosos. Los datos se han ido obteniendo en expediciones de diversos

años (1962, 1965, 1971). Sintetizando los resultados, se comprueba la constancia de la producción carbonatada de carácter biogénico en la parte iraníana del Golfo Pérsico, con valores comprendidos entre 0,5 y 5 cm por cada mil años. Los aportes terrígenos son la fuente más importante del carbonato margoso, procedente, a su vez, de los estratos sedimentados en los terrenos que forman la tierra firme del contorno.

El sexto trabajo se debe a la señora Melguen, de la Universidad de Kiel. Su título es: "Análisis de las facies diferenciales en los sedimentos homogéneos procedentes de un río iraníano y llegados al mar del Golfo Pérsico".

Una serie de sondeos de distinta profundidad permite distinguir la presencia de un estuario submarino de 120 kilómetros de longitud a lo largo de la costa iraníana. Se obtuvieron testigos de los depósitos comprendidos entre dos y cuatro metros de espesor, procedentes, en gran parte, de las campañas del "Meteor". La mayor parte de ellos es de edad holocena. Al extrema inferior del estuario se encuentra una marga aragonítica de edad pleistocena, cuya edad se calcula aproximada a los doce mil quinientos años, recubierta por margas verdes holocenas.

El séptimo trabajo se debe a la colaboración de Kukai (del Instituto Geológico de Praga) con Saadallah (Universidad de Bagdad, Irak). Su título es: "Mezclas eólicas depositadas en los sedimentos de la parte norte del Golfo Pérsico". La investigación de los depósitos de la parte más nórdica del Golfo muestra que gran parte de éstos procede de los vientos llegados de la zona Iraquíana. Los detenidos análisis de tales depósitos lo demuestran.

El octavo trabajo es obra de Wagner y Van Der Togt, ambos de Holanda. Lleva por título: "Tipos de sedimentos holocenos y su distribución en la parte sur del Golfo Pérsico". Trabajo extenso, que lleva a sintetizar los depósitos holocenos en catorce unidades principales, doce de ellas de composición carbonatada predominante.

Si al principio parece reconocerse una gran uniformidad en los sedimentos de todo el fondo del Golfo, no tarda en descubrirse una gran variedad de materiales que llevan a establecer esos 14 tipos y numerosos subtipos. 17 láminas de gran tamaño presentan ejemplos de estos tipos y subtipos.

El noveno trabajo se debe a Purser, catedrático de Geología Histórica en la Universidad de París Sud (Orsay). Su título es: "La sedimentación en torno a las cumbres y crestas sumergidas de la parte sur del Golfo Pérsico".

La composición general de los sedimentos marinos está integrada por arenas de foraminíferos, perforados, corales, algas; en el centro de las depresiones se forman arenas peletoides, barros carbonatados con faunas aisladas, en las cumbres, estromatolitos y evaporitas. Los sedimentos alrededor de los diapiros salinos contienen material alóctono llevado al exterior por estos últimos.

El décimo trabajo es obra de Shinn, holandés. Su título

es: "Aportaciones-carbonatadas costeras de la parte oriental de la península de Qatar".

La costa estudiada en este trabajo comprende un sector de unos 15 kilómetros de largo. Estabilizado el nivel del mar, se han ido formando sedimentos que contribuyen a crear una planicie costera (sabkha). El área de esta sedimentación es de unos 18 kilómetros de longitud por siete kilómetros de anchura. Se distinguen tres horizontes de sedimentos carbonatados: submareal, intermareal y supramareal.

El undécimo trabajo es también de Shinn y lleva por título: "Sedimentación y carbonatada intermareal reciente y nerítica en torno a las rocas emergidas de la región E. de Qatar". En esta región existen restos emergidos de antigua topografía. El autor señala con el término español "mesa", estas formas pretéritas, constituidas por dolomías y calizas terciarias. Según el autor, es probable que este relieve terrestre se formara en un período de descenso general del nivel del mar. Es fácil confundir estas mesas con biohermos o arrecifes. Asimismo, el duodécimo trabajo se debe a Shinn. Su título es: "Acumulación sedimentaria a lo largo de la costa de barlovento, al SE de Qatar".

Al sur de Qatar, los vientos del NW han ido acumulando dunas cuarzosas con gran rapidez, que penetran golfo adentro haciendo avanzar la costa. Se crea así una planicie de 40 kilómetros de largo por 7 a 10 kilómetros de ancho, de un espesor cercano a los 30 metros. Actualmente, la aportación eólica está amenguada, lo que hace pensar que en unos pocos años quedará extinguida del todo.

El trabajo número trece se debe a Purser (Universidad Sud de Paris (Orly) y Evans (Departamento de Geología del Imperial College of Science and Technology, Londres). Su título es: "Sedimentation along the Trucial Coast, SE Persian Gulf".

Entre las penínsulas de Qatar y Oman existe una gran bahía, donde los vientos, de rumbos muy distintos unos de otros, han ido rellenando las cuencas con sedimentos, principalmente carbonatados. A pocos kilómetros de la costa se desarrolla la Gran barrera de las Perlas y entre esta barrera y la costa se encuentra una serie de islas de edad preholocena.

Los aportes terrígenos son escasos debido a la extrema aridez del país árabe. Como en general ocurre en el resto del Golfo, predominan aquí también los carbonatos.

El trabajo número 14 se debe a cinco ingleses: Bush Evans (Imperial College, Londres), Murray (Universidad de Bristol), Biggs y Bate (Museo de Historia Natural de Londres).

Su título es: "Oceanografía, ecología, sedimentología y geomorfología de partes del complejo de islas de la costa crucial".

Aunque los sedimentos están constituidos por carbonatos relativamente puros se observa una variedad de complejos diversos que permiten distinguir siete tipos. El cli-

ma árido ha motivado la formación de costras, estimulando la formación de la dolomita y otras evaporitas.

El trabajo número 15 está escrito por Loreau y Purser, el primero del Laboratorio de Geología del Museo de Historia Natural de París; el segundo de Geología Histórica de la Universidad de París Sur (Orsay). El título es: "Distribución y ultraestructura de los ooides holocenos del Golfo Pérsico".

Estudio detenido de la génesis de los ooides, de las arenas oolíticas y su comparación con las formaciones semejantes de las Islas Bahamas del Atlántico.

En los deltas de los ríos de la zona oriental de Abu Dhabi se forman grandes acumulaciones de ooides. Se investiga de modo especial la constitución de la corteza. En los sitios tranquilos se desarrollan ooides de gran tamaño.

El trabajo número 16 se debe a Evamy (holandés) y lleva por título: "La precipitación del aragonito y su alteración a calcita en la costa crucial del Golfo Pérsico".

El trabajo número 17 está redactado por Purser y Loreau. Su título es: "Incrustaciones aragoníticas supramareales".

El trabajo número 18 se debe a Grott (holandés). Su título es: "Geoquímica de las salmueras mareales de Umm Said, en el SE de Qatar".

En la costa sureste de la península de Qatar, en una amplitud de unos siete kilómetros de anchura se constituyen salmueras estacionarias, saturadas de halita. Se ha originado una corriente de reflujo. Un corte transversal muestra el material del fondo, formado por estratos de dolomita eocénica.

La dolomitización reciente se acentúa por la existencia de estas salmueras.

El trabajo número 19 está redactado por Bush, del departamento de Geología del Imperial College de Ciencia y Tecnología de Londres. Su título es: "Algunos aspectos de la historia diagenética de la planicie costera (sabkha)".

El depósito sedimentario adosado al borde de las lagunas litorales de la región de Abu Dhabi, al Este de Qatar, ha ido acumulando la arena de las restingas hasta formar la planicie de la sabkha. Bajo una fuerte evaporación, el agua concentrada de las lagunas lleva sedimentos de las regiones intermareales y supramareales. El aragonito y el yeso se precipitan junto con las arenas y favorecen la dolomitización del barro aragonítico.

El suelo, protegido por un manto de algas, impide la penetración vertical de las salmueras. Al agotarse todo el aragonito que contenía la salmuera durante la dolomitización, el magnesio comienza a predominar sobre el calcio. A la vez que se forma el yeso, el magnesio sustituye al calcio y se deposita la magnesita. Hacia la parte interior de la sabkha, la salmuera entra y dolomitiza los sedimentos. Se forman así numerosos minerales diagenéticos: Unos por evaporación, que forman el grupo (a): aragoni-

PETROLOGIA LUNAR

ALFREDO SAN MIGUEL: *Somme remarks on lunar rock textures and its geological implications*. Instituto de Investigaciones Geológicas. Vol. XXVII, Dic. 1972.

Los conocimientos actuales sobre petrología lunar indican la existencia de una corteza gabro-peridotítica, similar a la capa gabroide y peridotítica situada por debajo de la corteza granítica terrestre.

En la Luna y muy probablemente en Mercurio, Venus y Marte, no se presentan señales de la existencia de corteza granítica. El desarrollo de una corteza continental granítica en la Tierra viene condicionado por la existencia de la envoltura atmosférica.

La interpretación petrogenética de la textura de las rocas lunares como demostrativas de un proceso de cristalización diferenciación no concuerda bien con las observaciones petrográficas.

Los estudios petrológicos del autor, complementados con datos experimentales permiten admitir que las texturas gabroides, ofíticas y doleríticas de las rocas cristalinas lunares, no son representativas de texturas ígneas primarias. Admite que presentan características suficientes para ser clasificadas como texturas secundarias de reemplazamientos, desarrolladas por reacciones al estado sólido.

Propone una nueva hipótesis de trabajo que parece ser mucho más prometedora que la hipótesis de la diferenciación magmática.

El mecanismo de la evolución planetaria cortical debe buscarse no en hipotéticas fuerzas endógenas, sino en la acción de fuerzas rotacionales y gravitacionales, responsables del desarrollo de importantes procesos térmicos y de diferenciación dinamo-metamórfica.

Procesos tectónicos originados por las fuerzas de marea pudieron ser el origen de la asimétrica distribución de los "maria" y la clave de la interpretación petrogenética de los gabros y anortositas lunares. De acuerdo con los modernos conocimientos de geología global y geología planetaria desarrolla la idea del origen de los continentes terrestres por "acreción". Los continentes terrestres no se originaron por enormes procesos de diferenciación magmática sino por acreción de protocontinentes y la progresiva soldadura a ellos de orogénias marginales.

Los arcos insulares actuales proporcionan una imagen de los primeros estadios de la formación de un protocontinente. Estos arcos insulares presentan, por otra parte, semejanzas muy significativas con los relieves montañosos que bordean las "maria" lunares lo que induce a la idea de que pudieron haberse originado por un mecanismo similar.

De acuerdo con los datos geocronológicos que dan edades de 3.000-3.500 ma. para las rocas más antiguas de la corteza terrestre, la corteza granítica debió iniciar

to, calcita, magnésiana, yeso, celestina, anhidrita. Otros se constituyen por reacción entre las salmueras y los sedimentos, formando el grupo (b): dolomita, magnesita. La dolomitización del aragonito libera al estroncio, que origina la celestina.

El trabajo 20 se debe a Shü y Schneider, del Instituto Federal de Tecnología, de Zürich, Suiza. Su título es: "Informe sobre los progresos en la dolomitización e hidrología de la sabkha de Abu Dhabi en el Golfo Árabe".

La dolomitización se debe a uno de los tres sistemas hidrológicos propuestos por los autores: reflujo resultante de la transpiración del agua a través de los poros de los sedimentos; capilaridad; aspiración evaporativa. Los experimentos en el laboratorio muestran la eficiencia de este último sistema.

Para comprobarlo en la sabkha se han hecho sondeos a distintas profundidades.

El trabajo 21 es obra de Butler, de la empresa Esso, de Houston, Texas. Su título es: "Geoquímica del estroncio de los minerales constituidos por sulfatos cálcicos antiguos y modernos".

En los depósitos evaporíticos del yeso y de la anhidrita se demuestra la complejidad que reina en la diagénesis de los minerales portadores del estroncio. En las regiones supramareales áridas, interviene, además, el carácter litológico de las rocas que forman el suelo y subsuelo; según sea el predominio silíceo o el carbonatado se forman minerales distintos.

El trabajo 22 está redactado por Butler (Houston, Texas), Krouse (Universidad de Calgary, Canadá) y Mitchell (Museo Mineralógico-Geológico de Oslo, Noruega). Su título es: "Geoquímica de los isótopos del azufre en un medio árido supramareal evaporítico, Costa Trucial del Golfo Pérsico".

La abundancia de los isótopos del azufre en los sulfatos oceánicos ha variado mucho desde los tiempos antiguos. En la plataforma supramareal de Abu Dhabi, la dolomitización y precipitación simultánea de sulfatos han motivado la pérdida de estos isótopos.

Las siete láminas a que se alude en el principio de esta obra están comprendidas entre las páginas 50 y 56. Estas láminas reproducen asociaciones animales microscópicas y macroscópicas vivientes en el Golfo Pérsico.

Tres mapas plegables acompañan esta obra. La batimetría del Golfo Pérsico está dada en brazas (1,828 m.) Las curvas de nivel están separadas unas de otras por distancias de 10 metros. La máxima profundidad se encuentra en el estrecho de Ormuz, donde se alcanza la cota 80 metros al pie de la costa de Omán. En el interior del Golfo son frecuentes las isobaras de 20 y 30 brazas. Otro mapa contiene seis cortes batimétricos y estratigráficos de varios sitios del Golfo. Por último un tercer mapa muestra la distribución regional de los tipos de sedimentos del Golfo Pérsico.—J. G. ZL.

su formación, aproximadamente, unos mil millones de años después de la formación de la Tierra.

En el contexto de la evolución planetaria, la Luna, Marte, Mercurio y Venus presentan diferentes estadios de evolución con respecto a la Tierra. Nuestro planeta sería el más avanzado en su evolución geológica cortical, debido a la acción de su envoltura atmosférica, la cual permitió a su vez la aparición de la vida.

Marte representaría un estadio intermedio de evolución, con principios de procesos de erosión y la probabilidad de formas elementales de vida.

La Luna, carente de atmósfera, representaría la menos avanzada en su evolución cortical.—L. DE A.

MINERALURGIA

ALEXANDRE FERRANDIS, VICENTE: *El vidrio en la tecnología moderna*. Discurso ingreso Real Academia de Farmacia, 13 diciembre 1973, Madrid, 64 páginas.

En este discurso se consideran los aspectos siguientes: vidrios de resistencia mecánica elevada, vidrios resistentes a los cambios de temperatura, Vitrocerámica, vidrios laser, vidrios fototrópicos. Las fibras ópticas y sus aplicaciones. El color de los envases de vidrio para alimentos.

Después de seguir todas las partes de este discurso, se observa el tremendo avance en este campo durante los últimos años.—L. DE A.

CONTAMINACION

ANDRE DOURY, CHRISTIAN BADIE: *Une methode pratique pour la prevision numerique des pollutions oceaniques*. Rapport CEA-R-4512, 27 págs., 1973.

Los autores presentan un método simple y práctico para el cálculo de la contaminación oceánica, análogo a otro publicado en la misma serie sobre cuestiones similares atmosféricas; se trata esencialmente de una solución gaussiana de la ecuación de difusión, donde los coeficientes son valorados por la experiencia. Como el caso del aire, la originalidad del método reside, sobre todo, en el cuidado constante de no perder jamás de vista que los efectos de la difusión son, antes de todo, función de su duración y que la solución gaussiana es tanto más próxima a la realidad física cuanto su dominio de validez considerado en el espacio y en el tiempo es menor. Es

por lo que la formulación "elemental" del modelo es la que corresponde a la emisión puntual instantánea. Es precisamente esta formulación "elemental" la que da toda su flexibilidad al modelo, permitiendo especialmente, con la ayuda de un mínimo razonable de medios de cálculo automático, resolver prácticamente todos los tipos de problemas sucesibles de presentarse (fuentes puntuales y extendidas, instantáneas y continuas, regímenes transitorios, corrientes portadoras y complejas). Bien entendido, el método es indefinidamente perceptible gracias a la posibilidad de modificación, en función de la experiencia, de los valores numéricos de parámetros. La extensión a numerosos problemas de contaminación de aguas dulces extensas (lagos, corrientes de aguas) no debe presentar dificultades importantes.—L. DE A.

BIOGRAFIA

Dictionary of Scientific Biography. Vol. VII (Iamblichus-Landsteiner). "American Council of Learned Societies". Editor, Charles Scribner's Sons, New York, 1973, 626 páginas.

Continuación de los seis tomos anteriores, cuyas bibliografías se publicaron en este Boletín, sólo insistiremos en el aspecto particular del tomo reseñado. Entre las biografías de científicos relacionados con las actividades del Boletín figuran:

Iddings, Joseph Paxson (Baltimore 1857-1920). Petrólogo. Sostiene que la textura y minerales de las rocas, son función de las condiciones físicas y químicas del enfriamiento de los magmas.

Imamura, Akitune (Kagoshima, 1870-1948). Sismólogo. Realizó tremendos esfuerzos en el campo de la predicción de los seísmos.

Issel, Arturo (Genoa, 1842-1922). Geólogo. Estudió la geología del Mediterráneo y fundamentalmente la de Liguria.

Jaccard, Auguste (Culliairy, 1833-1895). Geólogo y Paleontólogo. Trabajó en el Jura suizo y parte adyacente francesa, realizando valiosa cartografía. Fue el primero que declaró el origen pragánico del petróleo.

Jackson, Charles Thomas (Plymouth, 1805-1880). Mineralógico y geólogo. Geólogo descriptivo, ha minimizado la importancia de los fósiles en la determinación de la edad de las rocas, estando muy interesado en los temas de geocronología.

Jaeger, Frans Maurits (The Hague, 1877-1945). Cristógrafo. Investigó en la aplicación de los principios de simetría a las Ciencias Naturales. Efectuó un detenido estudio de la fusión de sales y silicatos a temperaturas de hasta 1.600°C.

Jaeger, Georg Friedrich (Stuttgart, 1785-1866). Paleontólogo. Prestó atención fundamental a los mamíferos fósiles. Reconoció la diferencia considerable entre faunas de diversas localidades, así como la posibilidad de establecer una edad relativa por los fósiles.

Jaekel, Otto (Neusalz, 1863-1929). Paleontólogo. Se ocupó de problemas generales relacionados con el origen de los vertebrados, la morfogénesis de los dientes y el esqueleto, y descendencia e interrelación filogenética de los grupos grandes de vertebrados.

Jaggat, Thomas Augustus, Jr. (Philadelphia, 1871-1953). Geólogo y Vulcanólogo. Estudió los parámetros de la actividad volcánica Hawaiana. Propuso una clasificación de los volcanes por su actividad. Estudió el papel de las aguas subterráneas en las erupciones explosivas.

Al-Jahiz, Abu Uthman Amr Ibn Bahr (Basra, 776-868). Historia Natural. Sus trabajos de ciencias naturales en general, fueron traducidos a varios idiomas, pero la mayor parte de su producción científica lo fue al español.

Jameson, Robert (Leith, 1774-1854). Geólogo. Sus tres obras fundamentales son una consecuencia de sus actividades. Sistema de mineralogía. Tratado de los caracteres externos de los minerales. Elementos de Geognosia.

Jars, Antoine Gabriel (Lyons, 1732-1769). Minero. Fue el primer profesional francés que se ocupó de la modernización de la minería y la metalurgia en su país, principalmente dando entrada al coque, en la fusión del cobre y del hierro.

Jefferson, Thomas (Goochland, 1743-1826). Paleontólogo. Estudió los fósiles que denominó Megalonyx.

Johannsen, Albert (Belle Planie, 1871-1926). Petrólogo. Trabajó en el microscopio polarizante y métodos ópticos de análisis de minerales. Su obra principal es la Petrografía descriptiva de las rocas ígneas en cuatro volúmenes.

Johnson, Willard Drake (Brooklun, 1859-1917). Geomorfólogo. En sus mapas se aprecia su genio artístico como paisajista. Durante su vida acumuló en el campo una enorme cantidad de datos valiosos.

Joly, John (Holywood, 1857-1933). Geólogo, Mineralógico. Cultivó dos aplicaciones de la radiactividad natural, como fuente de calor y como medio de datación.

Jukes, Joseph Beete (Summerhill, 1811-1869). Geólogo y Geomorfólogo. Estudió el modelo de los valles y ríos del sur de Irlanda y su relación con la estructura geológica profunda.

Jungius, Joachim (Lubeck, 1587-1657). Naturalista. Cultivó las ciencias naturales en general.

Jussieu, Antoine de (Lyons, 1686-1758). Paleontólogo. Fue uno de los primeros científicos que dieron una interpretación correcta a los restos orgánicos de las minas de carbón de Lyons.

Jussieu, Joseph de (Lyons, 1704-1779). Naturalista. Trabajó fundamentalmente en el Ecuador y participó en la medición del cuadrante de meridiano.

Justi, Johann Heinrich Gottlob von (Brucke, 1720-1771). Minero. Fue Superintendente General de Minas en Noruega y en Dinamarca, con trabajos importantes en Prusia.

Kalm, Pehr (Angermanland, 1716-1779). Naturalista. Como naturalista descriptivo es de primera fila, minucioso, penetrante y preciso como observador.

Karpinsky, Alexander Petrovich (Bogoslovsk, 1847-1936). Geólogo. Su clasificación sedimentaria fue aceptada en el Congreso Geológico de Bolonia (1881). Su última actividad fue el estudio del origen de los criaderos de platino.

Karsten, Karl Johann Bernhard (Butzow, 1782-1853). Minero. Activo minero y metalurgista, está considerado como el fundador de la metalurgia científica.

Kay, George Federick (Virginia, 1873-1943). Geólogo. Cartografió las formaciones de níquel, cobre y oro de Oregon. Estudió el pleistoceno de Iowa.

Keyserling, Alexander Andreevich (Kabillen, 1815-1891), Geólogo y paleontólogo. Sus principales actividades tuvieron lugar en Rusia europea y en los Urales.

King, Clarence Divers (Newport, 1842-1901). Geólogo. Por la teoría del enfriamiento terrestre, valoró la edad de la corteza en 24 millones de años, valor aceptado hasta que se aplicaron las dataciones radiactivas.

Kirwan, Richard (Cloughballymore, 1733-1812). Geólogo y mineralógico. Estudió el supuesto origen ígneo de las sustancias pétreas. Atacó la teoría de Hutton sobre el estado primitivo del globo y su catástrofe subsecuente.

Kitabel, Pal (Nagymarton, 1757-1817). Mineralógico. Descubrió el teluro en un mineral de las montañas Borzsony.

Knorr, Georg Wolfgang (Nuremberg, 1705-1761). Paleontólogo. Su obra maestra fue "Colección de las Maravillas Naturales y antigüedades de la Corteza Terrestre", con magníficas ilustraciones.

Knott, Cargill Gilston (Penicuik, 1856-1922). Sismólogo. Por medio de los seísmos, determina las propiedades mecánicas del interior de la tierra.

Konig, Emanuel (Basel, 1658-1731). Naturalista. Su obra "Regnum minerale" contiene amplia información química y un empleo racional del simbolismo.

Koninck, Laurent-Guillaume de (Louvain, 1809-1887). Paleontólogo. Concentró sus esfuerzos en el inventario sistemático de la fauna fósil, su significación geológica y su extensión geográfica.

Koto, Bunjiro (Tsuwano, 1856-1935). Geólogo y Sismólogo. Fue un petrólogo descriptivo, con unas teorías tectónicas esencialmente estáticas, basadas en el concepto de líneas de fractura.

Kovalevsky, Vladimir Onufrievich (Dunaberg, 1842-1883). Paleontólogo. Investigó sobre la evolución de las características morfológicas del sistema dentario y cráneo de los mamíferos en relación con el cambio en la composición de las plantas alimenticias.

Lacroix, Alfred (Macon, 1863-1948). Minerólogo, petrólogo, geólogo. Estudió detenidamente la mineralogía de Francia y de Madagascar, así como las erupciones volcánicas de Pelée y la Isla de la Reunión.

Lamarck, Jean Bautiste Pierre Antoine de Mont de (Bazentin-le-Petit, 1744-1829). Paleontólogo. En sus estudios sobre la evolución llega a la conclusión de que el mismo ser, desarrollado en ambientes diferentes, puede aparentar su pertenencia a especies diferentes.

Lametherie, Jean-Claude de (La Clayette, 1743-1817). Minerólogo, geólogo. Sostiene que la extinción demostrada por los fósiles corresponde a una incapacidad de existencia, alimentación y reproducción.

Lamouroux, Jean Vicent Félix (Agen, 1776-1825). Naturalista. Se especializó en el estudio de las algas.

Entre los científicos españoles incluidos en este tomo figuran:

Ibáñez e Ibáñez de Ibero, Carlos (Barcelona, 1825-1891). Geodesta destacado por las mediciones del Mulhacén, la primera base geodésica y la introducción en España del sistema métrico, siendo el fundador y primer presidente de la "Convención del metro".

Ibrahim ibn Ya'qub Al-Israfil Alturtushi (Tortosa, segunda mitad del siglo X). Narrador, con gran interés, de la historia de las culturas medievales.

Al-Idrisi, Abu Abd Allah Muhammad Ibn Muammad Ibn Abd Allah Ibn Idris, Al-Sharif Al-Idrisi (Ceuta, 1100-1166). Eminente geógrafo y cartógrafo, siendo sus representaciones gráficas, una rica enciclopedia del período medieval. Tendenciosamente se da Ceuta como formando parte de Marruecos, con el olvido de su inexistencia cuando vivió este sabio, y de que es una parte de nuestra provincia de Cádiz.

Isidoro de Sevilla (España, 560-636). Sus opiniones están recopiladas en la "Etymologiae". Puede considerarse como una primera figura mundial.

Jabir Ibn Aflah Al-Ishbili, Abu Muhammaf (Sevilla, primera mitad del siglo XII). Astrónomo y matemático. Dio los primeros pasos de la instrumentación astronómica y en la trigonometría esférica.

Al-Jayyani, Abu'Abd Allah Muhammad Mu'Adh (Córdoba, 889-1079). Eminente matemático y astrónomo, defensor de Euclides y hábil manipulador del astrolabio.

Juan y Santacilla, Jorge (Novelda, 1713-1773). Entre su labor científica destaca la medición del arco del meridiano.

Ibn Juljul, Sulayman Ibn Hasan (Córdoba, 944-994). Médico y farmacéutico, que nos legó interesantes escritos de la historia de la medicina árabe y de los tratamientos seguidos en aquellos tiempos.

La Faille, Charles de (Antwerp, 1597-Barcelona, 1652). La circunstancia de su vida y fallecimiento en Barcelona nos obliga a considerar como español a este matemático, investigador sobre el centro de gravedad.

Así como los científicos árabes de España están bien recopilados, es muy escasa la de los últimos siglos, donde no se incluyen personalidades como: Infante de Auriolos; Fernando, médico del siglo XVIII; Isabel I de Castilla o Isabel la Católica, defensora de la prolongación del mundo habitado hacia el Oeste; Jiménez de Espada; Marcos, naturalista; Jimeno, Amalio, médico contemporáneo; Juanelo, de origen italiano, pero naturalizado en España, autor de destacadas obras de ingeniería en Toledo y en Madrid; Laguna, Andrés, médico del siglo XVI. Esperamos sean rectificadas en el apéndice estas omisiones.—L. DE A.

IBERICA DE SONDEOS. S. A.

SONDEOS PARA:

ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

INVESTIGACION MINERA

EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES

**nos
urge
mas
agua**



KRONSA

la captará allí donde
se encuentre

Nuestro Departamento Técnico estudiará sin compromiso su problema y le propondrá la solución más adecuada, ya que nuestros actuales equipos de perforación nos permiten realizar pozos de hasta dos metros de diámetro