

## **ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS**

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 300 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)

Acidificaciones.

# **AGUA Y SUELO, S. A.**

**Dr. Fleming, 3 - 5.º piso**

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

**M A D R I D - 1 6**

## **SONDEOS DE RECONOCIMIENTO**

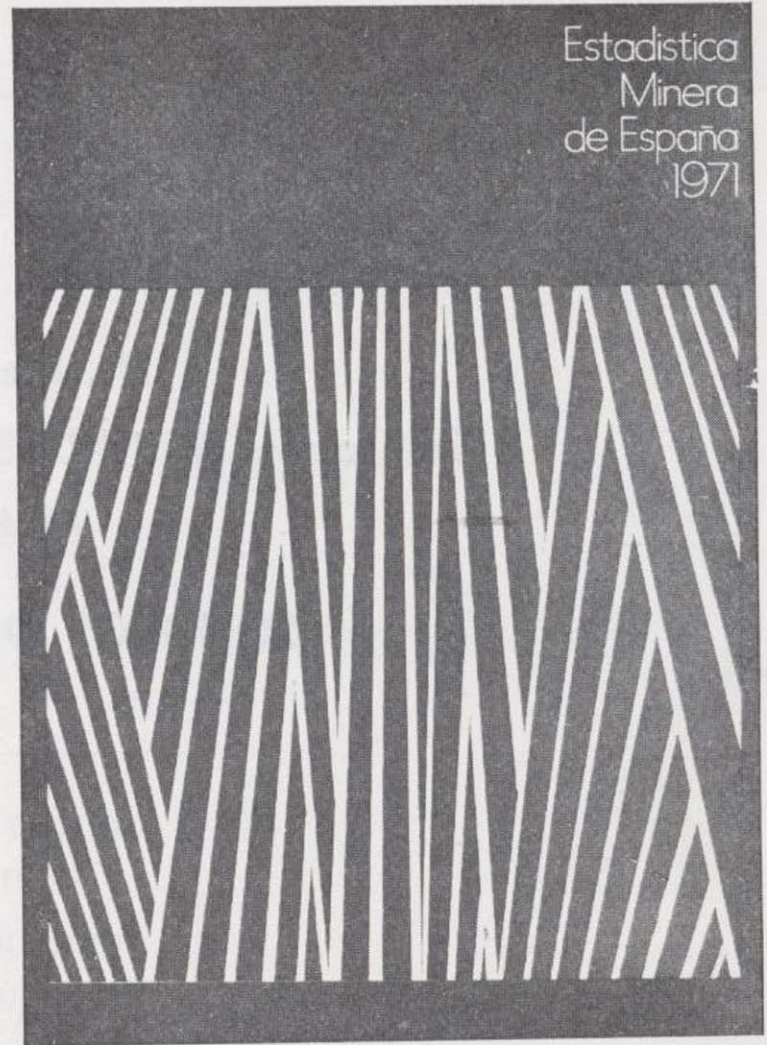
Sondas LONGYEAR y CRAELIUS con equipos de perforación «Wire-Line System».

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

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



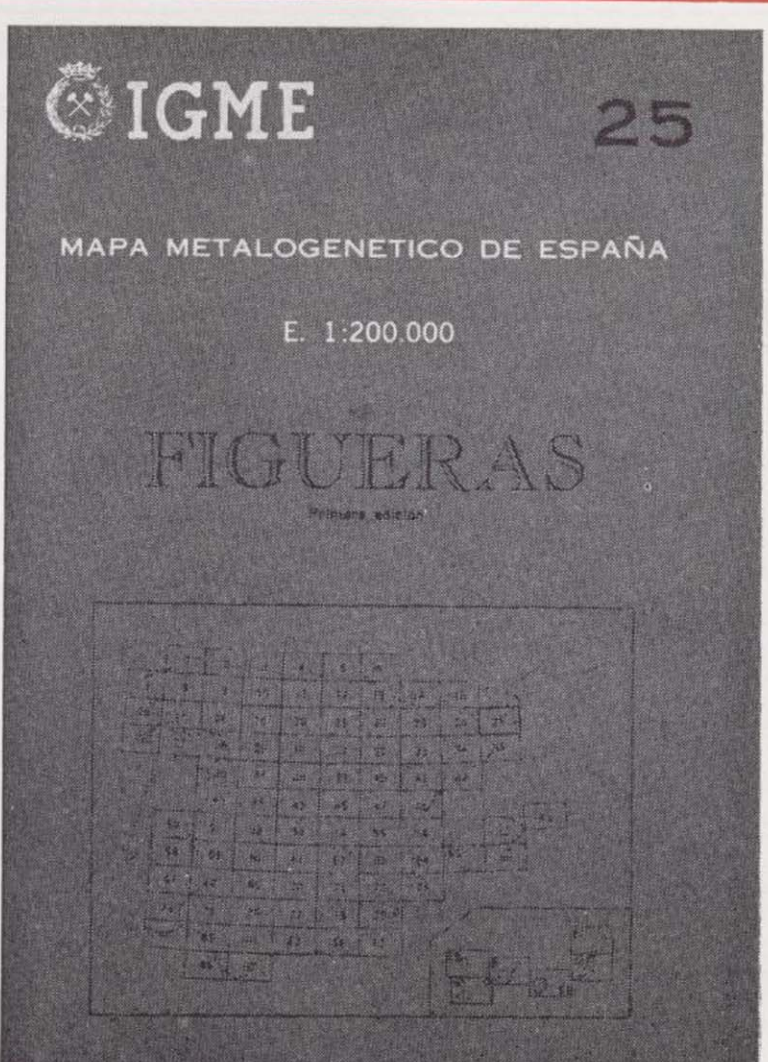
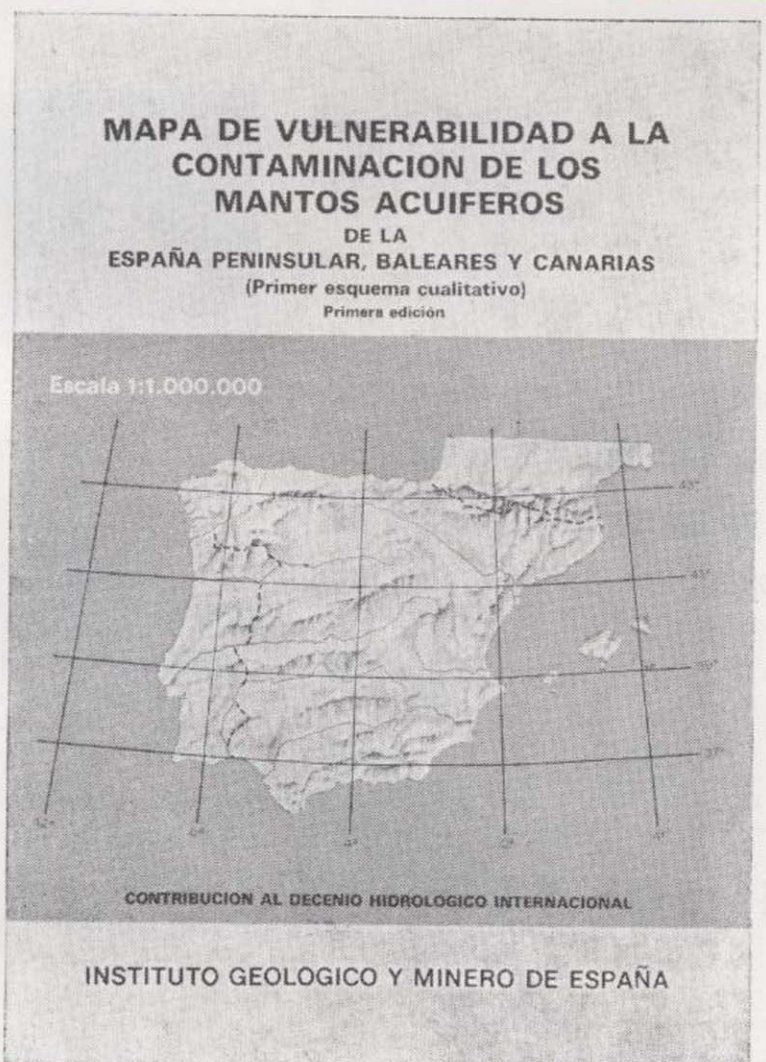
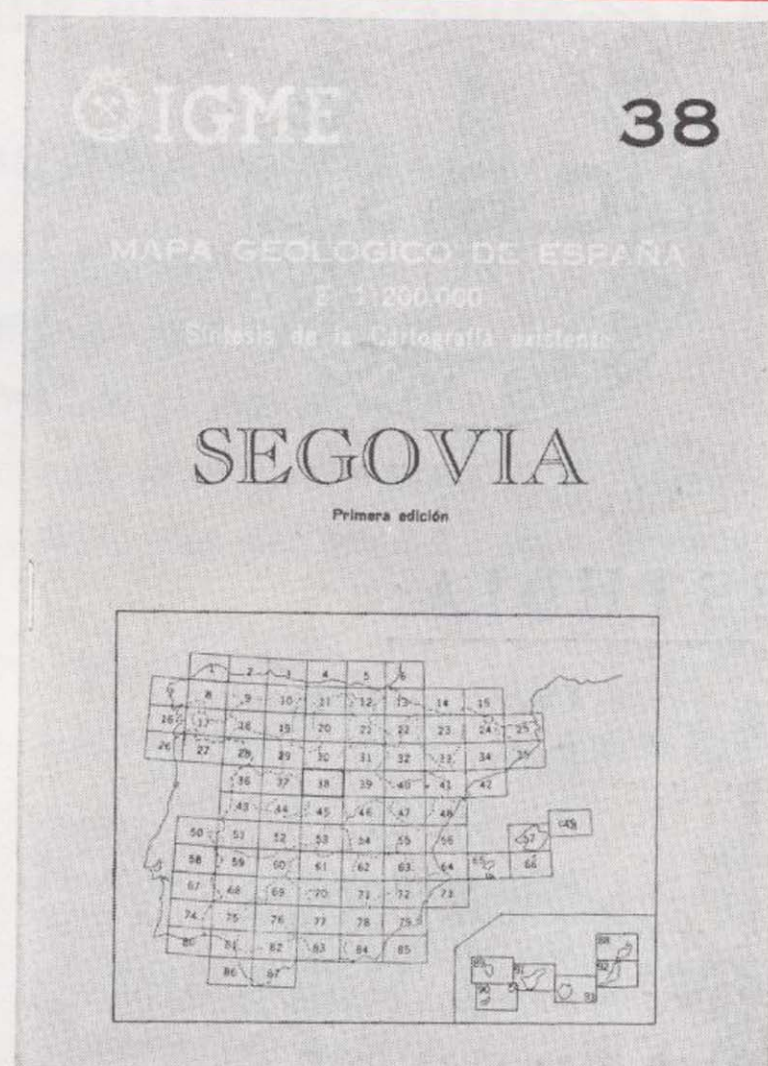
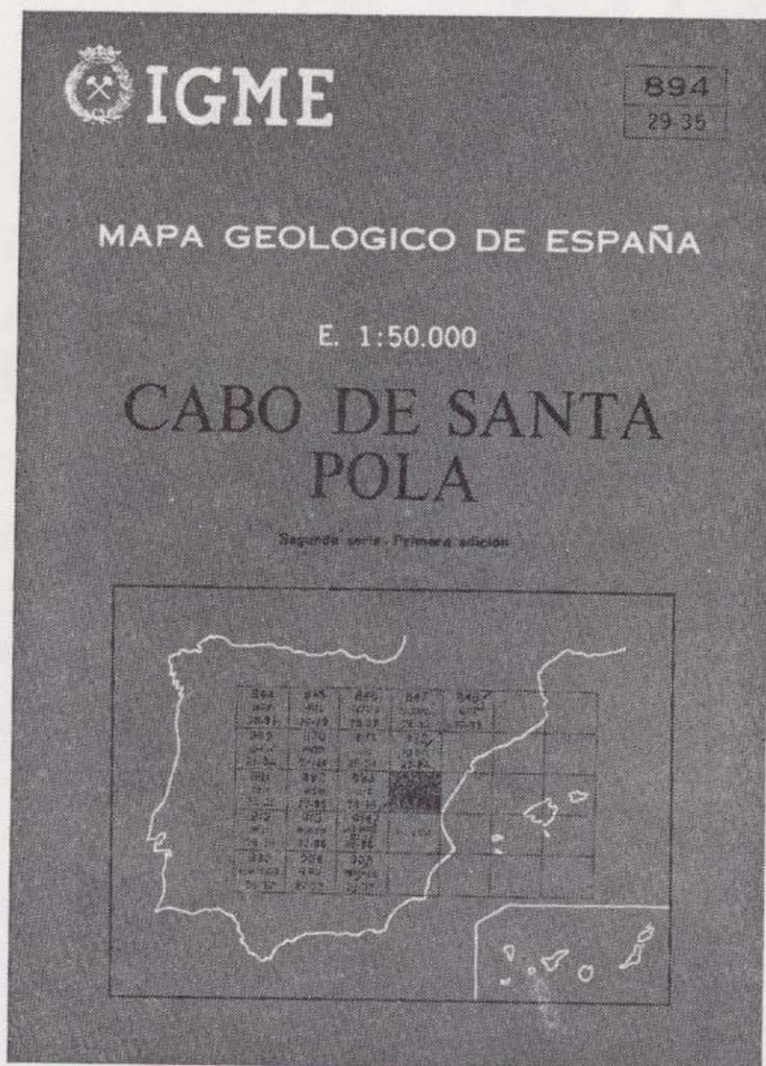
# NUEVAS PUBLICACIONES



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

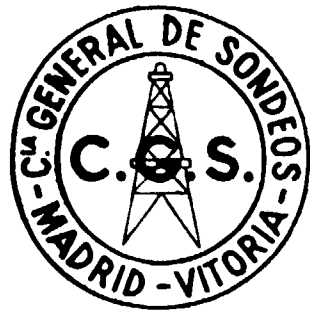


# NUEVAS PUBLICACIONES



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





# 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



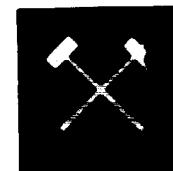
**CHRISTENSEN DIAMOND PRODUCTS S. A.**

**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:**  
**Telg. "CHRISTENSA"**

**ALBERTO ALCOGER, 5, 3.º-C**  
**MADRID-16. Tel. 250 34 04**



**Empresa  
Nacional  
Adaro  
De  
Investigaciones  
Mineras  
Sociedad  
Anónima**

Proyectos de  
investigación de  
**GEOLOGIA  
MINERA  
HIDROGEOLOGIA  
INGENIERIA  
de desarrollo  
minero**

**ENADIMSA**

Servicios especializados en

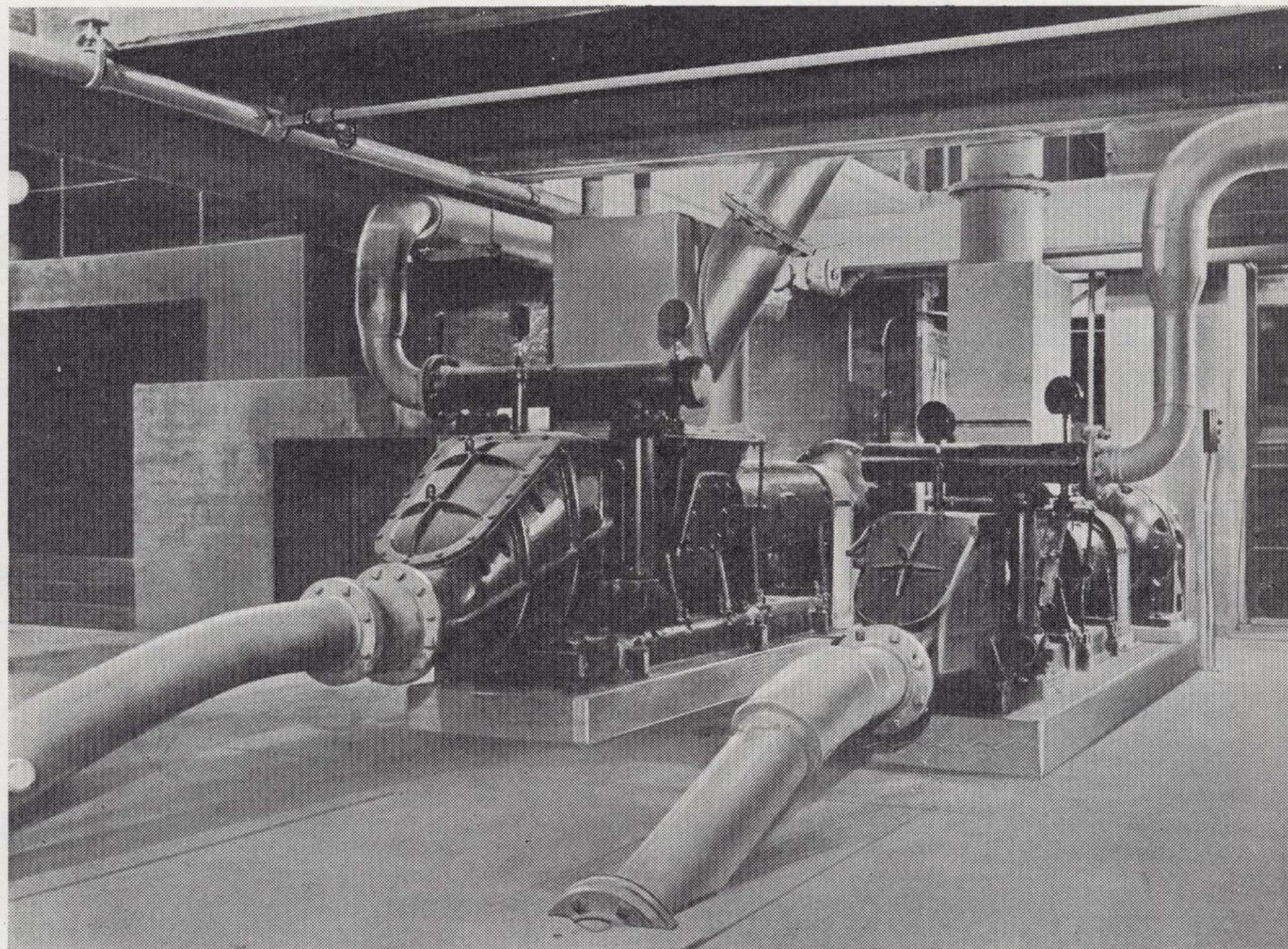
GEOFISICA  
GEOLOGIA  
FOTOGEOLOGIA  
ESTRATIGRAFIA  
PETROLOGIA

SONDEOS  
METALOGENIA  
GEOQUIMICA  
GEOESTADISTICA  
MINERALOGIA  
HIDROGEOLOGIA

domicilio social: serrano núm. 116, madrid-6. teléfono 261 79 02  
oficinas y laboratorios: carretera de andalucía, km. 12, getafe (madrid)  
teléfonos 797 09 50/54/58



# los sistemas de transporte por aire comprimido **FULLER** son adoptados mundialmente



Bomba F-K de 9". Tipo H, transportando crudo de cemento de los molinos a los silos a razón de 80 toneladas hora y 180 metros de distancia.

## **BOMBA FULLER - KINYON PARA GRANDES CAUDALES**

El trazado de la línea de transporte FK puede ser sumamente flexible. Ello es debido a la posibilidad de incluir curvas y tramos horizontales o verticales.

Pueden alcanzarse longitudes, incluyendo elevaciones, de varios cientos de metros y alimentar múltiples puntos de destino.

## **GATX-FULLER**

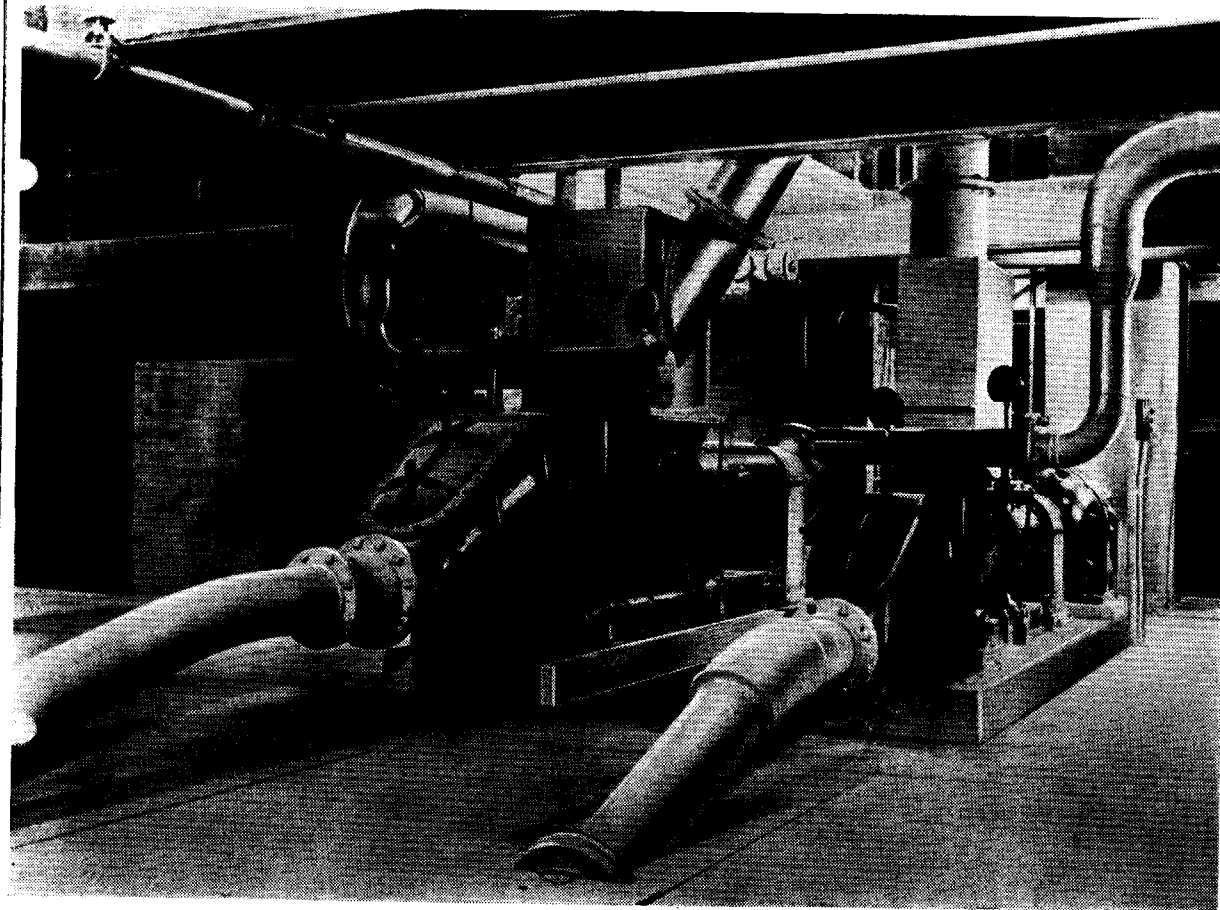
antes

**CONSTANTIN**  
ESPAÑOLA S.A.

pidan información a: SANCHO EL SABIO, 28 • SAN SEBASTIAN  
Tel. 41 84 42 • Telex 36210



los sistemas de transporte  
 por aire comprimido **FULLER**  
 son adoptados mundialmente



Bomba F-K de 9". Tipo H, transportando crudo de cemento de los molinos a los silos a razón de 80 toneladas hora y 180 metros de distancia.

### **BOMBA FULLER - KINYON PARA GRANDES CAUDALES**

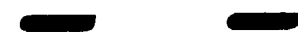
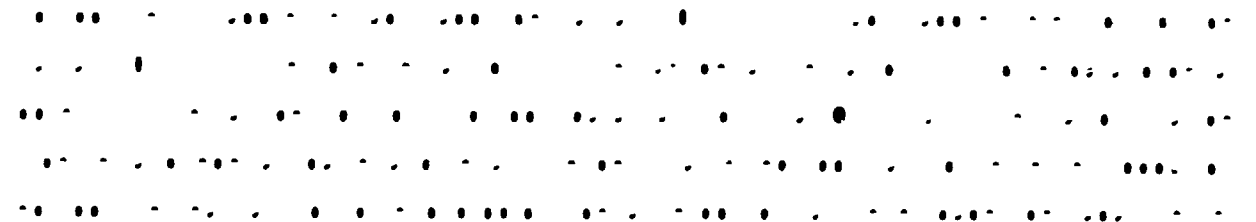
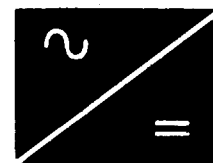
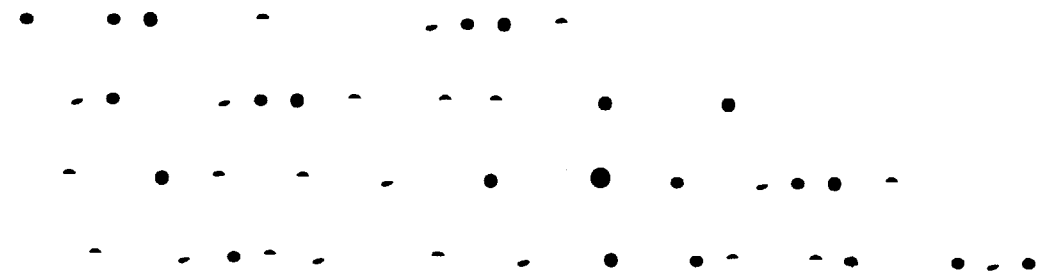
El trazado de la línea de transporte FK puede ser sumamente flexible. Ello es debido a la posibilidad de incluir curvas y tramos horizontales o verticales.

Pueden alcanzarse longitudes, incluyendo elevaciones, de varios cientos de metros y alimentar múltiples puntos de destino.

**GATX-FULLER**

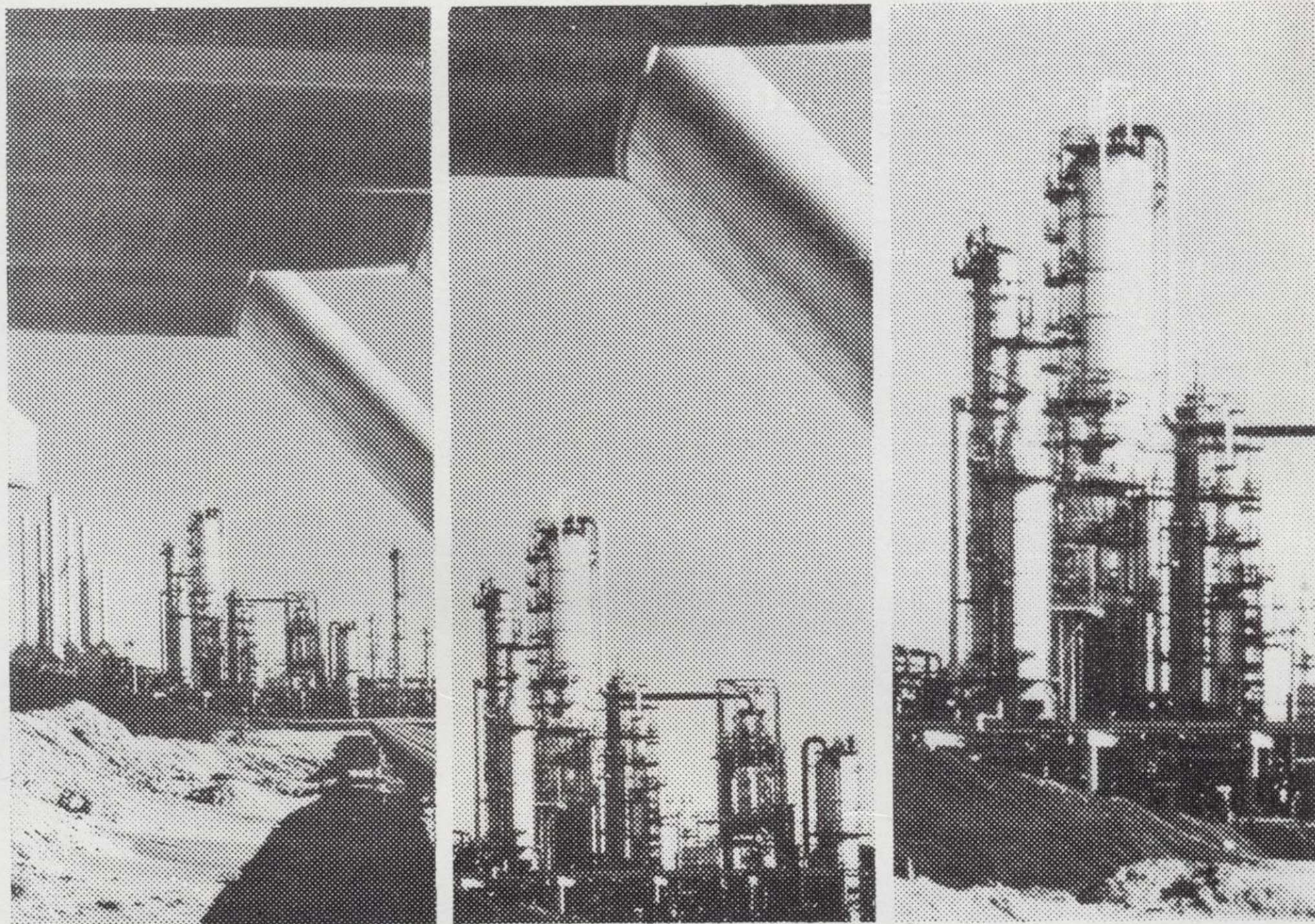
antes **CONSTANTIN**  
 ESPAÑOLA S.A.

pidan información a: SANCHO EL SABIO, 28 ● SAN SEBASTIAN  
 Tel. 41 84 42 ● Telex 36210





# E. R. T. también es petróleo



## Unión Explosivos Río Tinto incorpora el complejo petrolífero de la Rábida

Desde su nacimiento, Unión Explosivos Río Tinto, S. A., se marcó un objetivo: crear una industria química nacional cada vez más sólida y más autosuficiente. En todos sus extremos, desde sus bases tecnológicas y la obtención de materias primas hasta la de productos derivados.

Desde entonces Unión Explosivos Río Tinto, S. A., se ha convertido en la primera industria química del país. Su actividad abarca sectores de tanta importancia para el desarrollo como la minería de elementos metálicos o no metálicos, ácidos minerales y fertilizantes, productos explosivos y accesorios, productos químicos de base e intermedios, la fabricación de

emulsiones plásticas, la transformación de materias termoplásticas, la metalurgia de cobre, así como las actividades auxiliares complementarias de todos estos sectores.

Pero esto no es todo. Y no lo es porque E.R.T. sabe que la química moderna necesita el petróleo. Por eso ha incorporado el complejo petrolífero de La Rábida, su refinera y su industria petrolquímica.

Gracias al petróleo, hoy Unión Explosivos Río Tinto, S. A. significa también mucho en el campo de la energía, de los asfaltos y próximamente en el de los lubricantes.

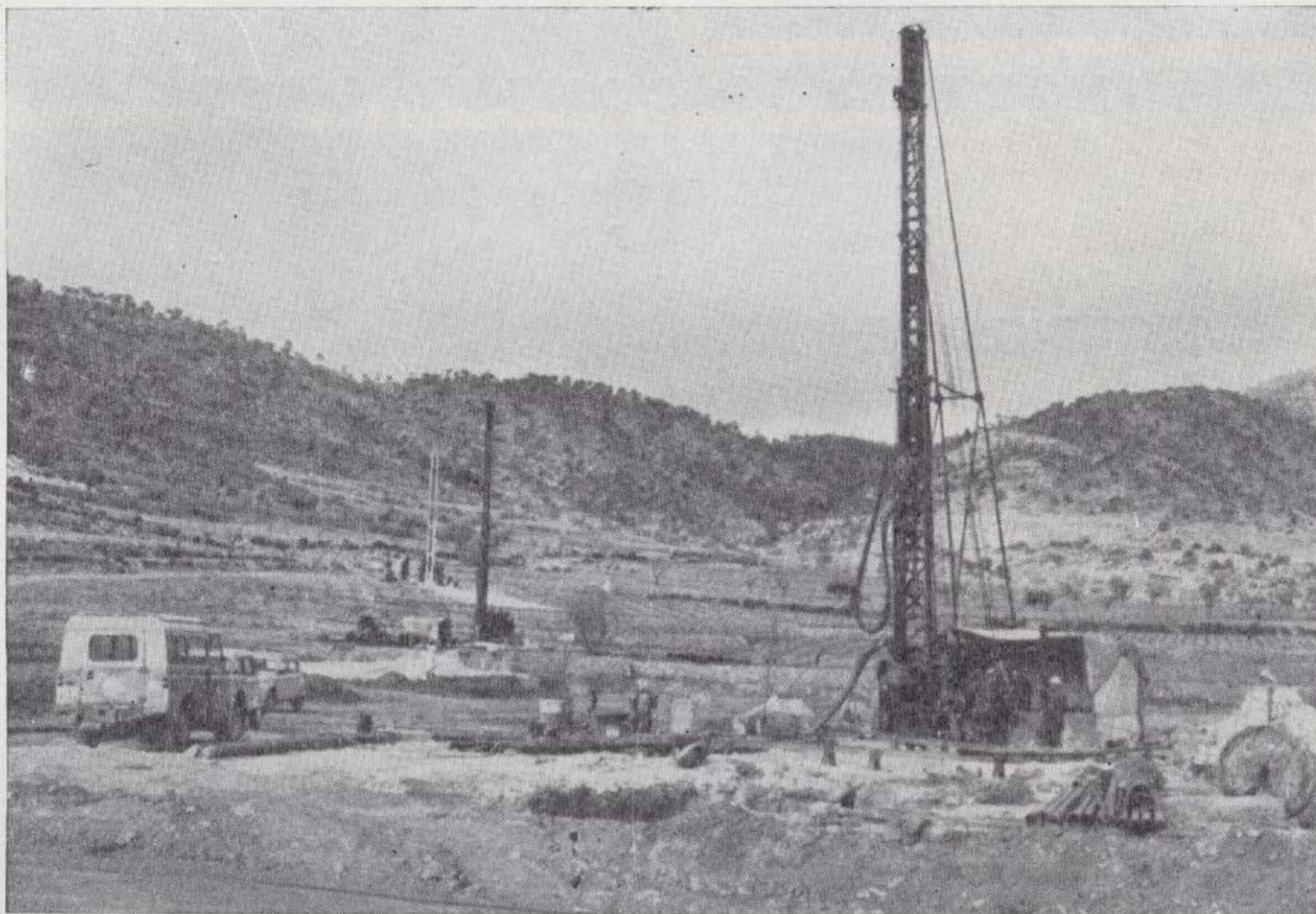


**UNION  
EXPLOSIVOS RIO TINTO, S.A.**

Primera Industria Química de España



# SONDEOS RODES



**Sondeos para alumbramientos de aguas.**

**Estudios hidrogeológicos.**

**Acidificaciones y cimentaciones de sondeos.**

**Equipos de perforaciones a percusión y rotación para profundidades hasta 1.400 m.**

★ ★ ★

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

★ ★ ★

**ERNESTO RODES MARTI**

**Avda. José Antonio, 21 - Apartado 130 - Teléfono 359**

**VILLENA (Alicante)**



# GEOTEHIC, S. A.

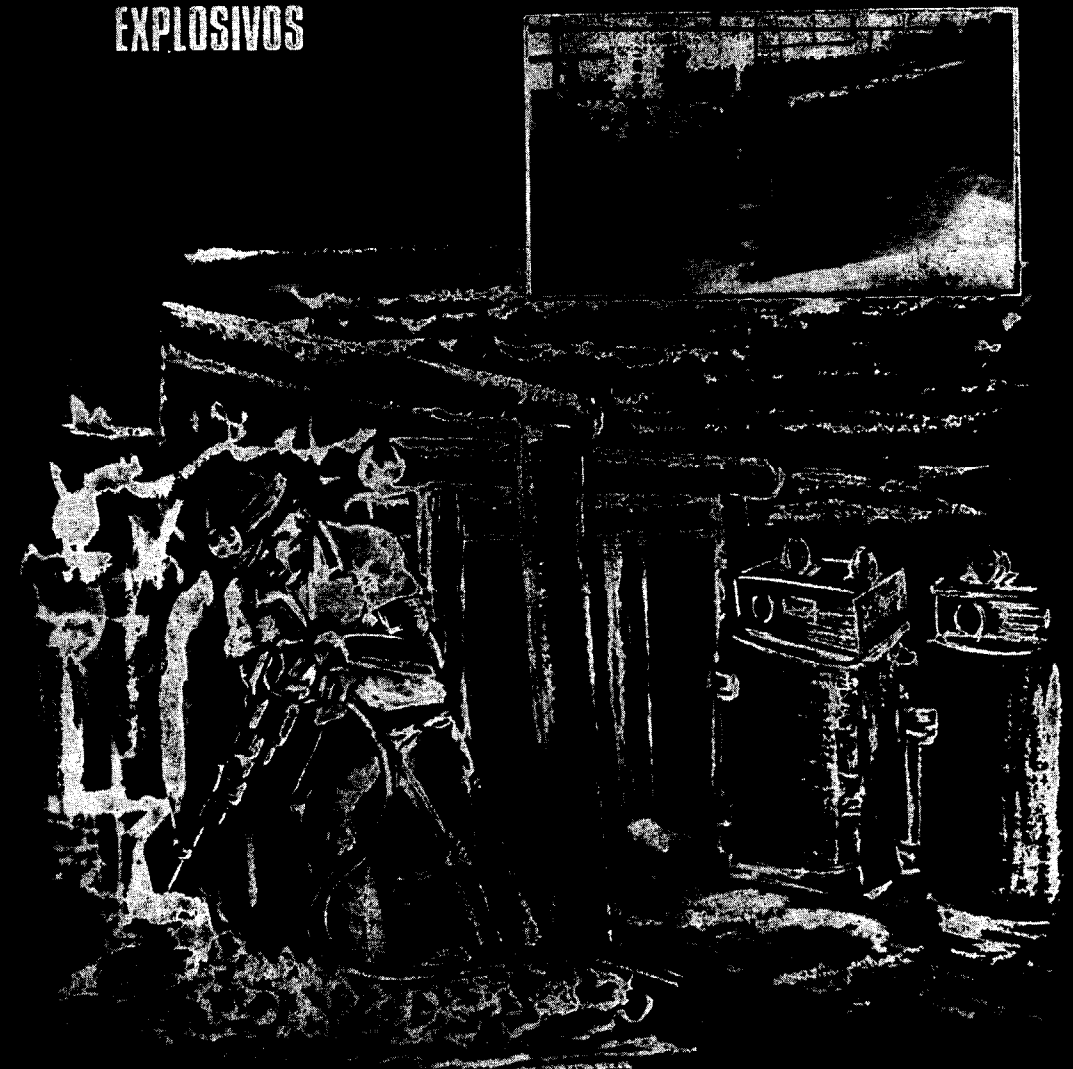
INGENIEROS CONSULTORES

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

APARATURA ANTIDEFLAGRANTE PARA AMBIENTES  
EXPLOSIVOS



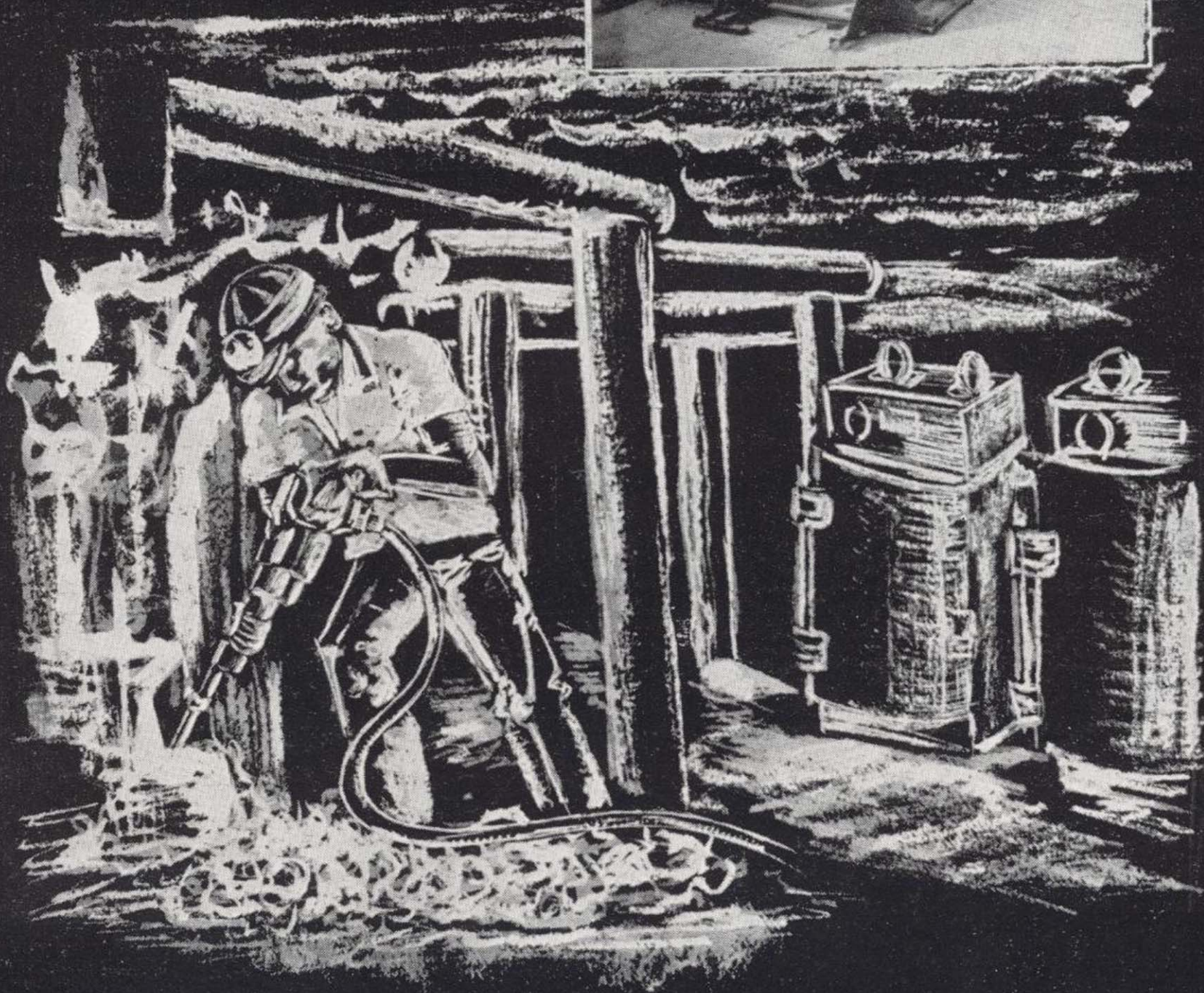
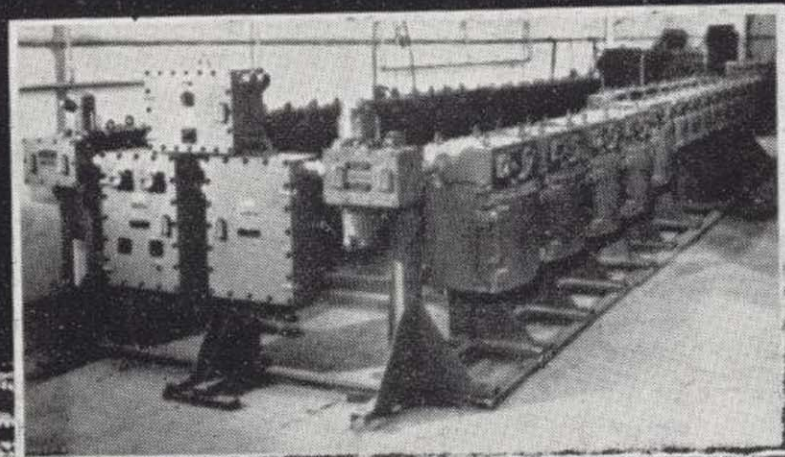
APARATOS DIVERSOS DE  
SEGURIDAD  
SEÑALIZACION  
ALUMBRADO  
DISTRIBUCION Y MANDO  
MATERIAL DE CONEXION  
RECCAS MEDIA TENSION  
RECCAS  
RECCAS  
RECCAS



**ISODEL SPRENNER, S. A.**  
Madrid Mendez Alvaro, 62 Apartado 7.087



# APARAMENTA ANTIDEFAGRANTE 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



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.

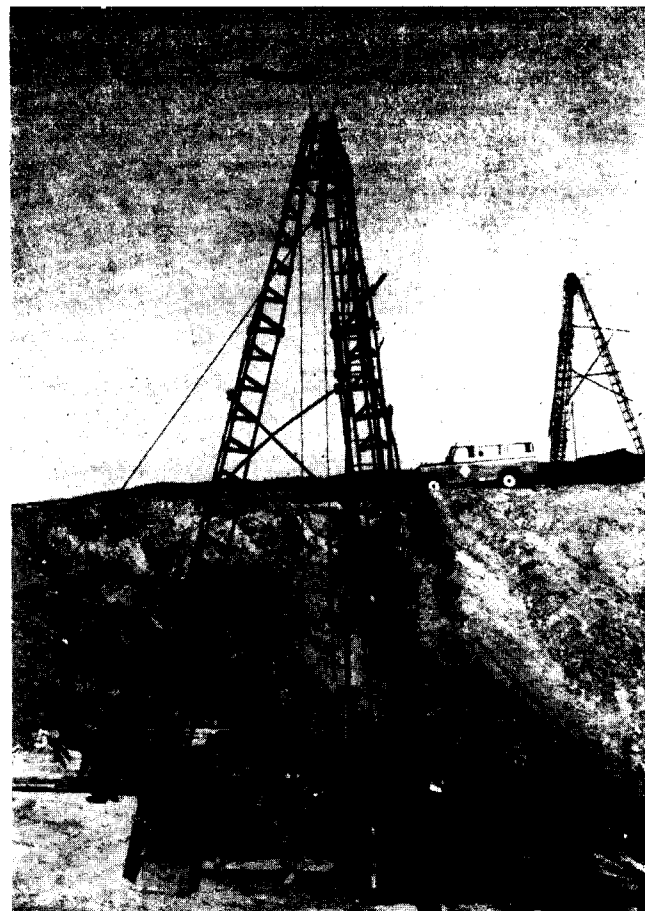
**Servicios a la Industria de la Construcción.** - Estudios sísmicos, perforación de investigación, cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos otros servicios como muestras del suelo, tamizado de rocas, cortes y aserrado de materiales de construcción, etc.

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.

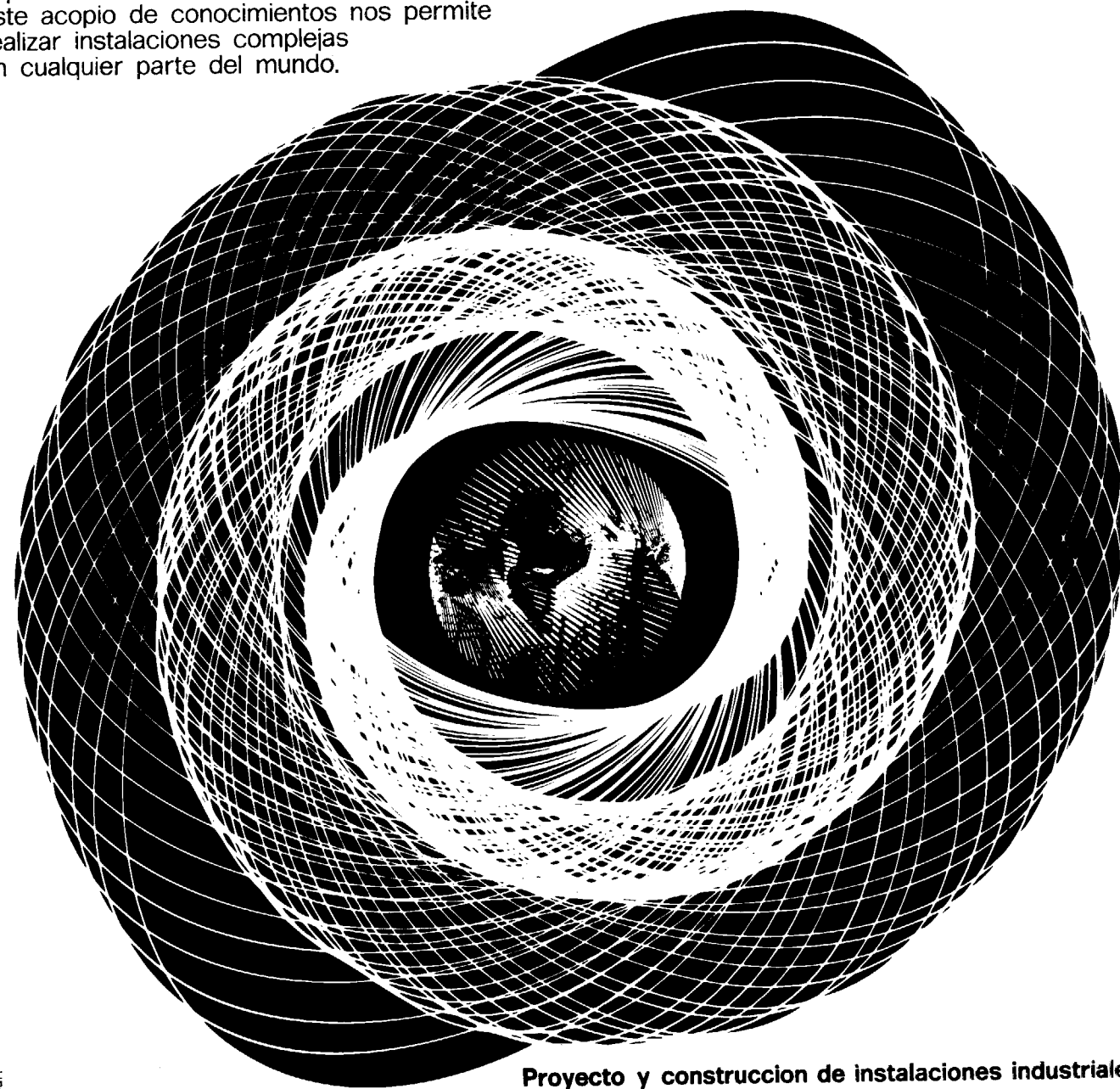
**TERRATEST, S. A.** Avda. José Antonio, 70 - Teléfono 248 68 00 - Madrid - 13

# 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

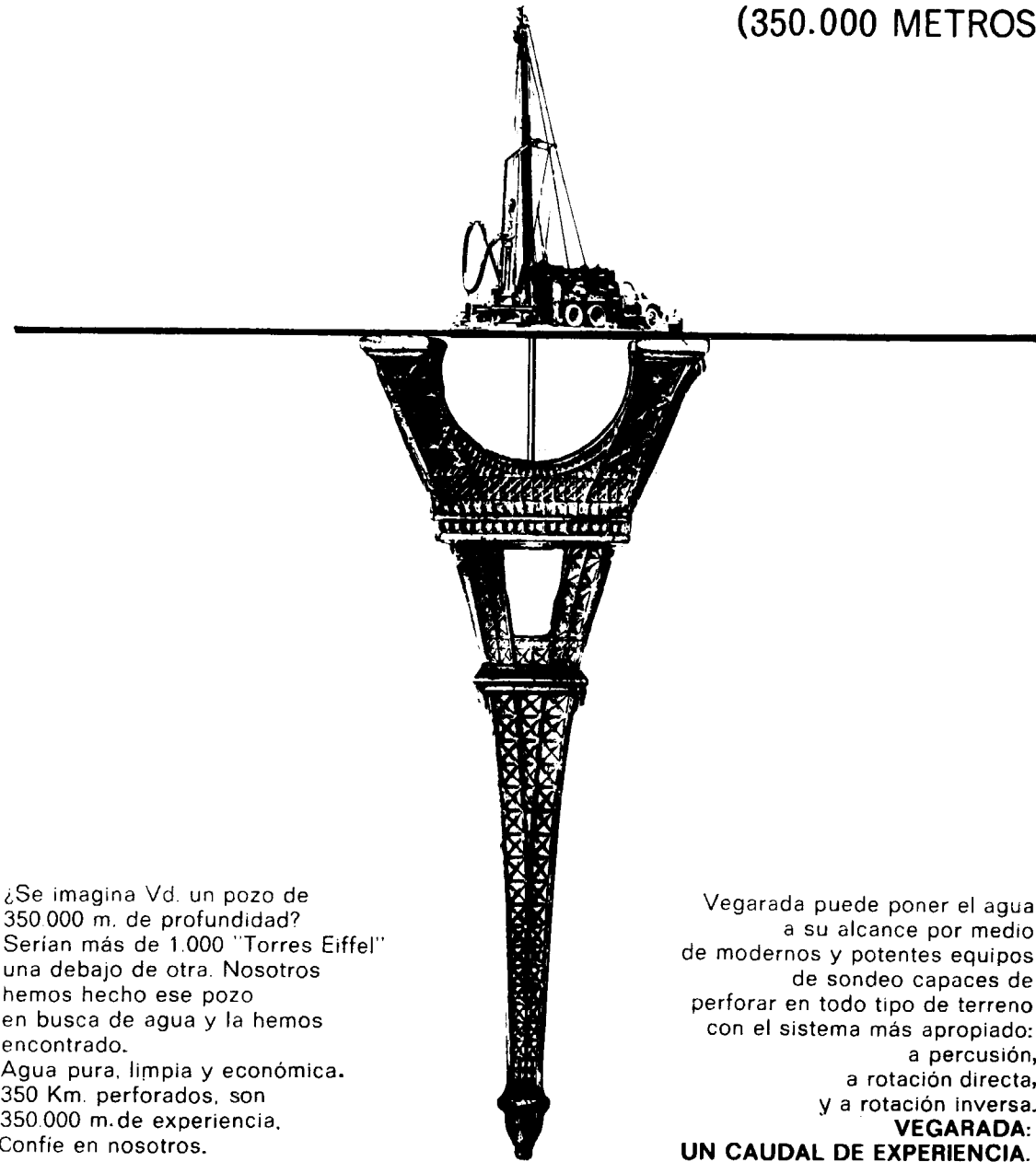
**Ctip**, Compagnia Tecnica Industrie Petroli spa, Roma, Italia

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

Tomo 85

Fascículo III

Mayo-junio 1973

# Boletín Geológico y Minero

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

## SUMARIO

<b>Geología</b>	M. CRUSAFONT PAIRO y J. M.ª GOLPE POSSE: Nuevos hallazgos de Progenetta montadai en el Mioceno de Cataluña. ... ..	1
	FRANK MOSELEY: Diapiric and gravity tectonics in the Pre-Betic (Sierra Bernia) of south-east Spain ... ..	10
<b>Minería</b>	J. M.ª FERNÁNDEZ BECERRIL y R. ALVAREZ RODRÍGUEZ: Estudio de concentración de los caolines de la mina "María José" ... ..	23
	DIVISIÓN DE MINERÍA: Mercado del mineral de hierro ... ..	33
<b>Geofísica</b>	F. ESTEBAN SATISTEBAN: Resultados del estudio geofísico, por el método magnético, de una cuadrícula situada en El Toril, Azuaga (Badajoz) ... ..	37
<b>Geotecnia</b>	J. A. MARTÍNEZ-ALVAREZ y A. PEÓN: Aportación al conocimiento de las relaciones entre el comportamiento mecánico y cualidades estructurales (petro y micro) de rocas del yacimiento de Reocín (Santander) ... ..	48
<b>Estudios de Minerales y Rocas</b>	M. MONTOTO y J. ORDAZ: Interpretación petroestructural del comportamiento del mármol de Gualba (Barcelona) bajo compresión uniaxial ... ..	53
<b>Información</b>	Entrega del Premio Santa Bárbara 1972.—Exposición permanente del IGME.—Noticias.—Estadística y Economía. Información Legislativa.—Notas bibliográficas ... ..	65

### DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 234 13 28

### ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-2

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

Concreciones ferruginosas en el Permo-Trias. Seo de Urgel (Lérida).

[Foto: F. Meléndez]

Depósito legal: M. 3.279.-1958

---

*Nuevas Gráficas, S. A.-Andrés Mellado, 18.-Madrid (15).-VII-1973.*



## Nuevos hallazgos de *Progenetta montadai* en el Mioceno de Cataluña

M. CRUSAFONT PAIRO (\*) y J. M. GOLPE POSSE (\*)

### RESUMEN

En la presente nota se describen: un cráneo entero, procedente del Vindoboniense de Can Mata I (Vallès-Penedès) y dos hemimandíbulas con dos caninos superiores y otros dos inferiores, del yacimiento vallesiense de Ballestar (La Seu d'Urgell) pertenecientes a la especie *Progenetta montadai* descrita como perteneciente a un *Ictitherium*, por VILL. et CRUS. El estudio de los nuevos materiales obligan al establecimiento de dos phyla: uno de ellos que va desde *P. montadai montadai* a *P. montadai vallesiensis* (Vindoboniense superior a terminal) y otro, desde la forma originaria a *P. montadai urgelliensis* (Vindoboniense superior a Vallesiense). *P. montadai montadai* y *P. montadai urgelliensis*, son dos subespecies nuevas para la Ciencia.

### RESUME

On décrit dans la note présente un nouveau crâne de l'Hyaenidaé, *Progenetta montadai* avec lequel on crée la nouvelle sous-espèce *P. montadai montadai* du Vindolonien supérieur de Can Mata I (Vallès-Penedès) et deux mandibules du même individu et deux canines supérieures et deux autres inférieures d'une nouvelle sous-espèce *P. montadai urgelliensis* du Vallésien de Ballestar (Seu d'Urgell) appartenant à un phylum différent de celui de *P. montadai vallesiensis* créé en 1962, du Vindobonien terminal.

### HISTORIA DE LA ESPECIE

El presente animal, aunque entonces referido al género *Ictitherium* WAGN., 1848, fue descrito como una nueva especie en 1943 (VILL. et CRUS., 1943) a base de un cráneo y de una mandíbula derecha, además de un canino superior aislado, conjunto hallado en la llamada "Brecha de Can Mata", en el yacimiento vindoboniense-vallesiense de Hostalet de Pierola en el Penedès, la que había sido descubierta poco antes de la descripción de los restos a que aludimos; y un P/4 de otro individuo, a una distancia de 200 metros de la Brecha. El cráneo y la mandíbula se encontraban al lado mismo de un cráneo completo de *Ischyriactis* (*I.*) *mustelinus* (VIR., 1951), Mustélido al que se refirió recientemente uno de nosotros (CRUS., 1972) y que se encontraba entero por primera vez, lo cual permitió una ampliación del conocimiento sobre tal especie.

(\*) Departamento de Paleontología en la Universidad de Barcelona e Instituto Provincial de Paleontología de Sabadell.

En nuestras exploraciones por el inmenso yacimiento indicado descubrimos una mandíbula mal conservada, aunque muy característica, de la misma especie en la zona que llamamos de Can Font, más cerca de Piera.

VIRET en 1951 propuso incluir al animal descrito en 1943, en el género *Progenetta* DEP., 1892.

En 1962 el primero de nosotros (CRUS., 1962) describió una mutación moderna de esta especie, a la que se dio el nombre de *Ictitherium montadai vallesiensis*, para un conjunto de materiales hallados en el yacimiento de Can Barra, cerca de Sant Quirze en el Vallès.

Se vuelve a hablar de los materiales de la especie tipo en un trabajo dedicado a la subfamilia de los *Ictitheriinae*, realizado por el primero de nosotros y la Dra. Gemaine PETTER de París (CRUS. et PETTER, 1969), haciendo resaltar, de nuevo, las tendencias "hienoides" de esta forma que no implican un parentesco directo, sino que pueden resultar de una convergencia, así como también a la subespecie *vallesiensis*, a la que hemos hecho referencia y que está justificada por un grado de evolución superior en relación con la especie tipo.



LOS NUEVOS HALLAZGOS

Podemos en la actualidad ampliar nuestros conocimientos, tanto en ejemplares como en yacimientos, de la especie *Progenetta montadai*. En primer lugar, el equipo del Instituto halló un nuevo cráneo, algo más completo que el anterior —y que por lo tanto permite obtener más datos osteológicos— en las cercanías de Can Mata, tramos vindobonieneses del que llamamos Can Mata I, no muy lejos de la Brecha de que hemos hablado más arriba y menos aún del lugar del hallazgo del P/4, aislado, que se había descrito en 1943.

Poco después, en unas excavaciones realizadas en común con el Departamento de Paleontología de la Yale University en Ballestar a unos pocos kilómetros de La Seu, en terrenos del Vallesiese inferior, se encontraron unos restos atribuibles a la misma especie: dos hemimandíbulas del mismo individuo y cuatro caninos, dos de ellos seguramente de un mismo individuo. Seguidamente damos la descripción de los restos hallados, que han pasado a enriquecer las colecciones del Instituto Provincial de Paleontología.

DESCRIPCIÓN

Cráneo.

Este ejemplar es más completo que el que sirvió para la descripción de la especie, tanto por la región delantera, en la que se observa una parte del premaxilar, como por la parte posterior. Visto por encima se ven perfectamente los dos huesos nasales, encajados en el cuerpo del premaxilar y que parten del centro al nivel del borde anterior de las órbitas (en *Hyaena hyaena* se reúnen más arriba, hacia la altura de la mitad de la órbita). Se observan perfectamente los forámenes infraorbitales, que se hallan situados por encima de la mitad del P/3 (igual que en la Hiena actual).

El nuevo cráneo conserva perfectamente la parte posterior, que faltaba en el de la "Brecha", a partir del final de las cajas auditivas, a la altura del *foramen lacerum posterius*.

En nuestro ejemplar se observan claramente los dos forámenes ovales; en el cráneo número I sólo se veía el correspondiente al lado izquierdo. Se pueden ver bien la apertura de Eustaquio y el foramen carótico externo; las cajas auditivas tienen una posición análoga a las de la *Hyaena hyaena*. De ma-

nera muy neta puede verse el canal temporal de la parte izquierda; en cambio las apófisis paramastoides están rotas. Vemos también, y del mismo lado, la apófisis postglenoidea, que se hallan en ambos lados en el cráneo número I. Por detrás de las cajas auditivas se observan los cóndilos occipitales y el *foramen magnum*, así como los huesos occipitales y el interparietal que se une a la cresta.

En *norma lateralis* sólo se encuentra conservado el foramen orbital del lado derecho, pues en el lado izquierdo se dejó una parte de la ganga con el fin de conservar y mantener el arco cigomático. Podemos observar también que la cresta sagital desciende a partir de su bifurcación hacia el interparietal, lo que no ocurre en *Hyaena hyaena*, en la que la cresta se mantiene horizontal.

En resumen, comparativamente a la Hiena rayada actual, el cráneo que describimos, así como el número I son más largos y más bajos.

La caja craneana es claramente más pequeña en volumen que en la hiena actual, tanto en el cráneo I como II.

	Cráneo I mm.	Cráneo II mm.
Longitud aproximada ... ..	200	200
Anchura comprendiendo los arcos cigomáticos ... ..	140	130
Anchura al nivel de los caninos ... ..	44	46
Anchura del paladar en los bordes posteriores de las carniceras ... ..	75	70
Anchura máxima al nivel de los bordes interiores de las apófisis postglenoideas... ..	48	48
Anchura entre las apófisis postorbitarias ... ..	65	64

El ejemplar que describimos presenta las siguientes piezas dentarias: en la serie derecha, el canino roto casi en su base, faltan el P/1 y el P/2; existen en cambio el P/3, P/4 y M/1, aunque no el M/2; en la serie izquierda, el alveolo del canino y el resto de la serie completo. Como en el cráneo anterior se conserva muy bien la cresta parietal.

Cabe resaltar el marcado desgaste de los dos P/4 y de los M/1, en contraste con las piezas anteriores, lo que demuestra que el esfuerzo masticatorio recaía con mucha mayor intensidad en esta zona dentaria.

	Cráneo I mm.	Cráneo II mm.
Longitud total de la serie superior (desde el borde anterior del alveolo de P/1 al borde posterior del m/2) ...	72,0	75,7
Distancia del centro del alveolo P/1 al borde anterior del P/2 ... ..	3,0	5,8
P/1 Longitud (alv.) ... ..	5,0	6,5
Anchura (alv.) ... ..	4,0	4,5
P/2 Longitud ... ..	14,5	14,3
Anchura en la porción anterior ... ..	7,0	7,5
Anchura en la porción posterior ... ..	7,5	8,0
P/3 Longitud ... ..	17,5	17,0
Anchura máxima ... ..	11,5	11,0
P/4 Longitud (/a ... ..	27,0	27,0
Anchura máxima al nivel protocono ... ..	16,0	15,8
M/1 Longitud ... ..	6,5	5,7
Anchura máxima ... ..	17,0	15,0
M/2 Longitud ... ..	4,0	3,8
Anchura máxima ... ..	7,0	7,7

Los caracteres dentarios de este ejemplar coinciden en todo con los de la especie *P. montadai* del Vindoboniense de Hostalets y a ella lo referimos.

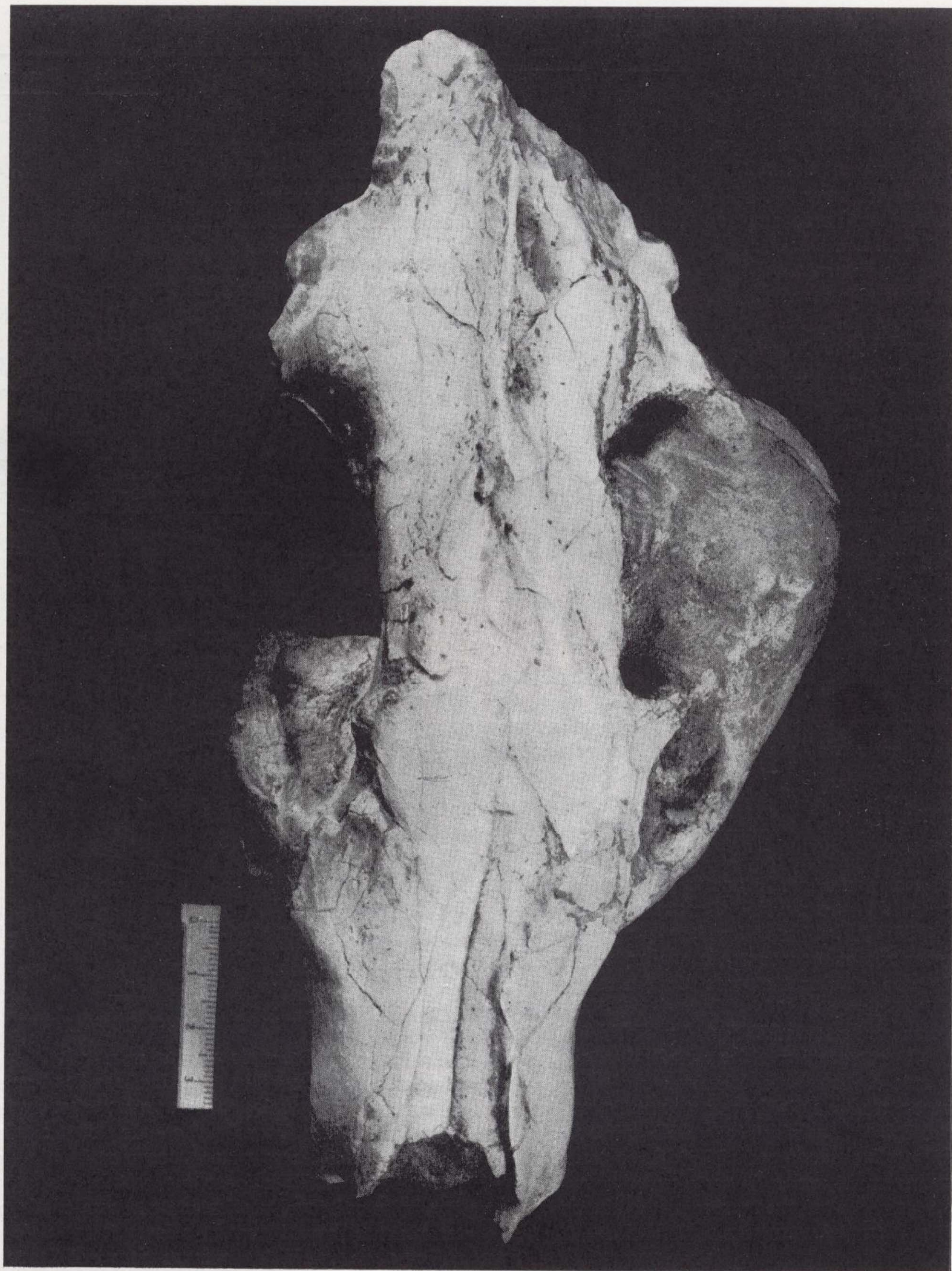
Del yacimiento que llamamos de Ballestar, en las cercanías de este pueblo, situado a pocos kilómetros al SW de la Seu d'Urgell, y que fue excavado por nosotros en una campaña realizada en colaboración con el Departamento de Antropología de la Yale University (New Haven, U.S.A.), bajo la dirección conjunta de PILBEAM y CRUSAFONT, el año 1970, se recogieron dos mandíbulas, sin las ramas derecha e izquierda del mismo individuo, la primera con la serie P/2-M/2; rota inmediatamente antes del P/2; el talónido de la M/1 está roto; falta la M/2; y la segunda serie P/2-M/1, en buen estado de conservación, existe la parte anterior de la mandíbula pero sin piezas; presenta el alveolo de la M/2; así como cuatro caninos aislados, dos superiores simétricos pero no del mismo sujeto y dos inferiores, quizá del mismo individuo, atribuibles a la misma forma.

MEDIDAS

	Derecho		Izquierdo
<i>Caninos superiores:</i>			
Long. máx. ántero - posterior en la raíz ... ..	14,2		14,4
Long. máx. transversal en la raíz ... ..	10,7		10,2
<i>Caninos inferiores:</i>			
Long. máx. ántero - posterior en la raíz ... ..	14,3		14,3
Long. máx. transversal en la raíz ... ..	9,5		9,7
<i>Dentición inferior:</i>			
	P. montadai montadai	P. montadai vallesiensis	P. montadai urgellensis
1/3 Anchura ... ..	6,5	5,4	—
Longitud P/1-P/2..	80,0	83,8	80,7
P/2 Long. ... ..	14,5	14,1	16,6
Anch. ... ..	8,0	—	8,4
P/3 Long. ... ..	16,5	17,5	17,5
Anch. ... ..	9,0	—	10,0
P/4 Long. ... ..	18,0	20,5	20,0
Anch. ... ..	10,0	—	9,8
M/1 Long. ... ..	20,5	19,4	22,1
Anch. ... ..	10,2	10,0	9,8
Long. trigónido ... ..	15,5	15,8	16,0
Long. talónido	5,0	3,6	6,0
Ind. Long. trigón./talón...	32,0	32,0	37,5
M/2 Long. (alv.) ...	6,0	6,0	6,9
Anch. (alv.)...	4,5	5,0	4,2
Alt. mandibular bajo M/1 ... ..	31,0	—	33,5

La forma de Ballestar es más robusta que la especie-tipo, según revelan todas las medidas tomadas y también algo más robusta que la subespecie *vallesiensis*. Esta última procedente del yacimiento de Can Barra, se consideró durante algún tiempo como del nivel Vallesiense y el nombre subespecífico quiso referirse, precisamente, a esta edad; posteriormente, hemos llegado a la conclusión de que se trata de un Vindoboniense terminal (zona de Barberà), por lo que el nombre de la subespecie se referirá ahora al Vallès.





## LÁMINA I

*Progenetta montadai* (VILL. et CRUS.) subesp. *montadai* CRUS. et GOLPE.— Cráneo en vista superior. Tam. indicado, Vindoboniense. Loc. Can Mata I (Hostalets de Pierola, Vallès-Penedès). Col. Instituto Provincial de Paleontología (Sabadell, Barcelona).



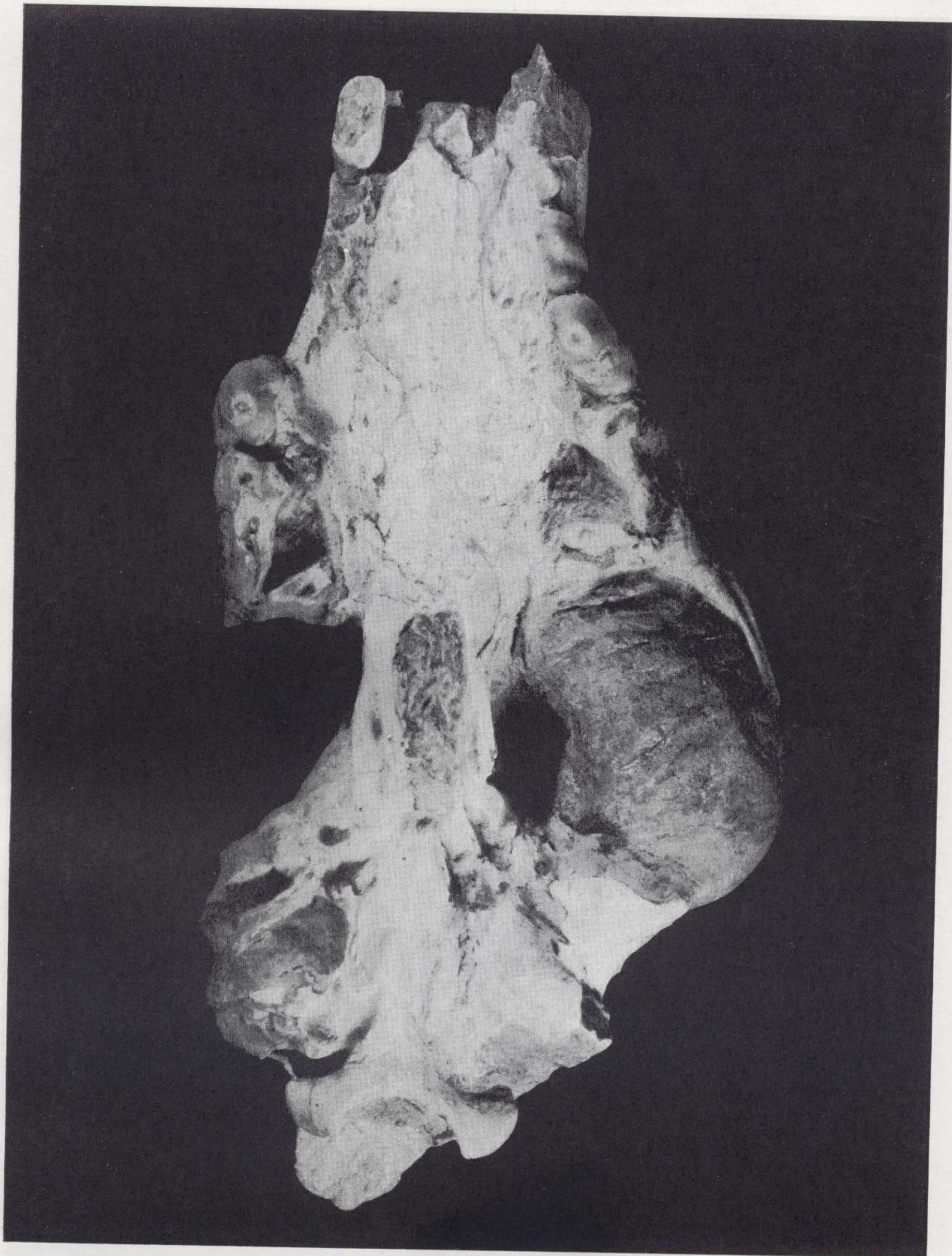
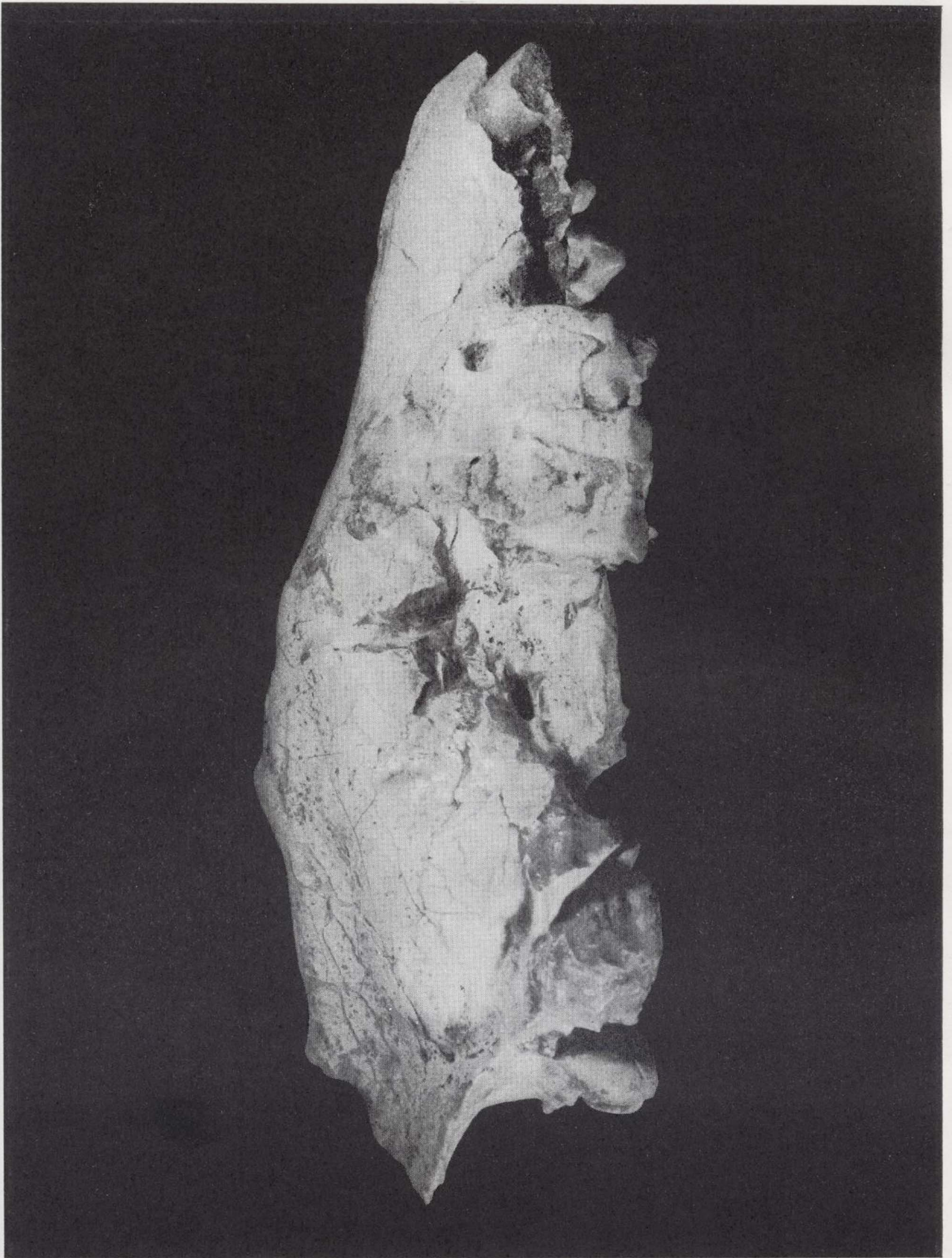


LÁMINA II

*Progenetta montadai* (VILL. et CRUS.) subesp. *montadai* CRUS. et GOLPE.—El mismo cráneo en vista oclusal. Mismo tamaño que la anterior. Loc. Can Mata I (Hostalets de Pierola, Vallès-Penedès). Col. Instituto Provincial de Paleontología (Sabadell, Barcelona).





## LÁMINA III

*Progenetta montadai* (VILL. et CRUS.) subesp. *montadai* CRUS. et GOLPE.—El mismo cráneo en vista lateral. Mismo tamaño que la anterior. Loc. Can Mata I (Hostalets de Pierola, Vallès-Penedès). Col. Instituto Provincial de Paleontología (Sabadell, Barcelona).



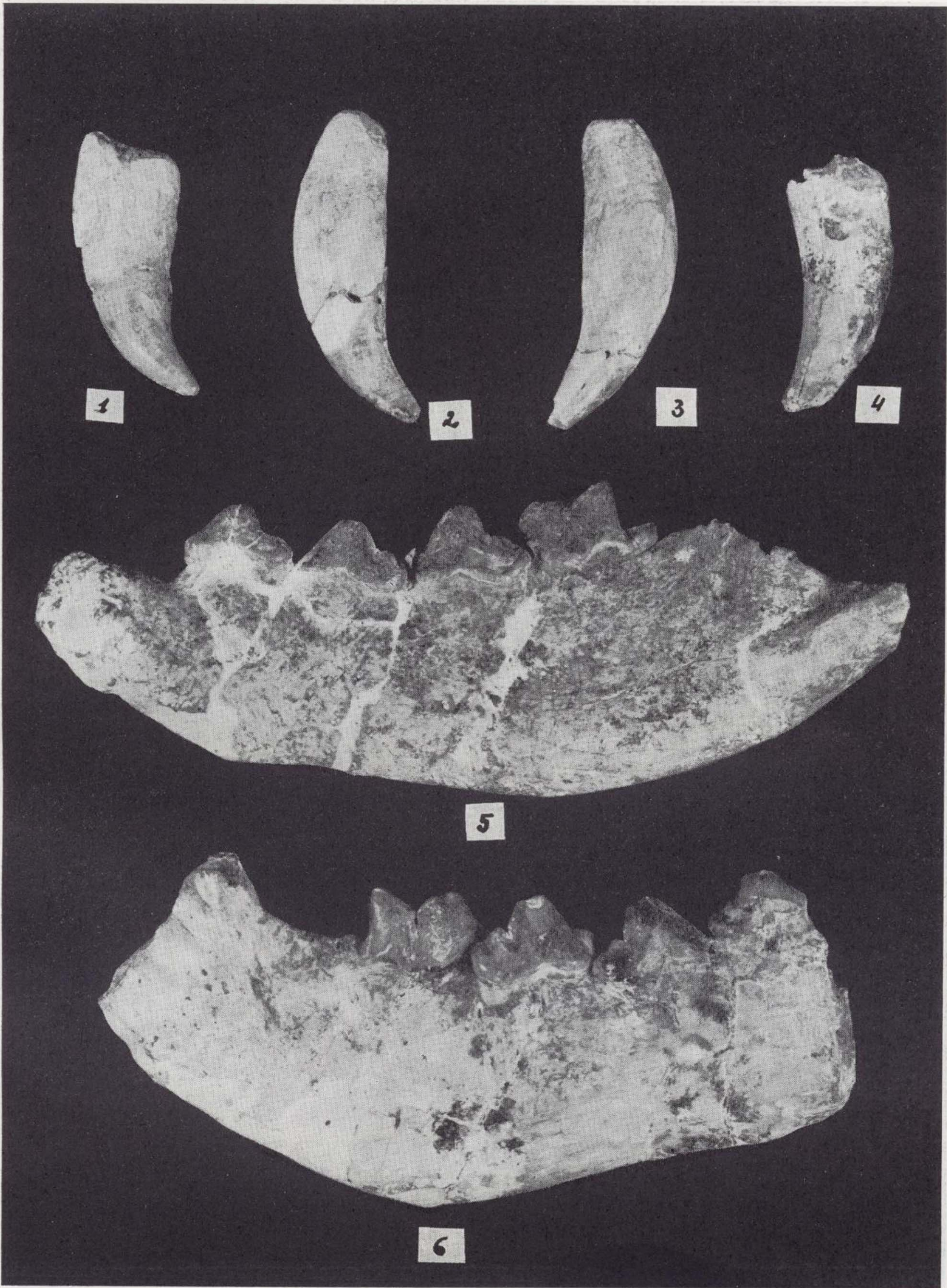
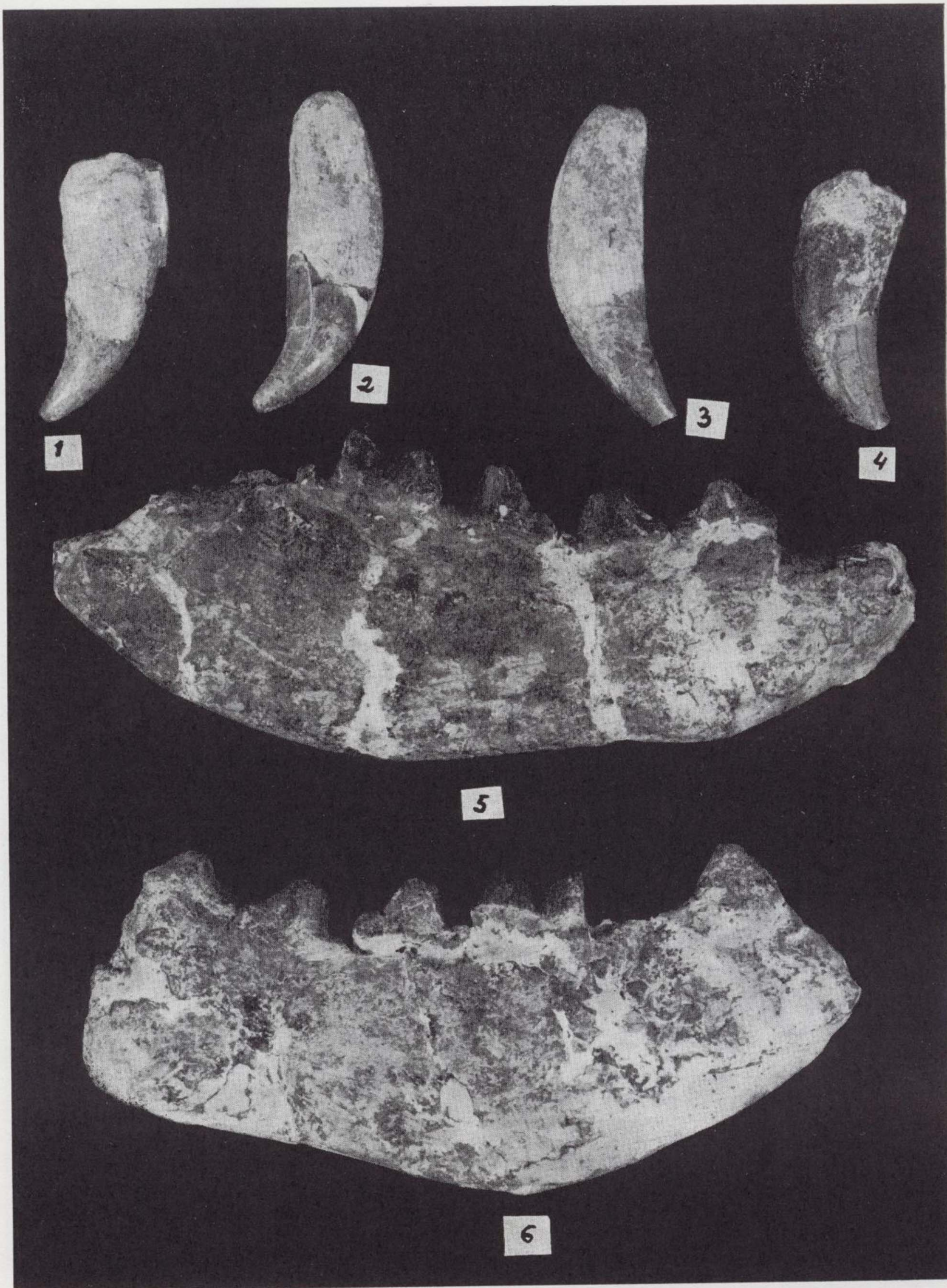


LÁMINA IV

*Progenetta montadai* (VILL. et CRUS.) subesp. *urgellensis* CRUS. et GOLPE.—1) y 2) Caninos inf.— 3) y 4) Caninos sup.—5) Mandíbula izq. en vista externa.—6) Mandíbula derecha en vista externa. Tamaño en el texto. Loc. Ballestar, Vallesiense. (Cuencas pirenaicas). Col. Instituto Provincial de Paleontología (Sabadell, Barcelona).





## LÁMINA V

*Progenetta montadai* (VILL. et CRUS.) subsp. *urgellensis* CRUS. et GOLPE.—1) y 2) Caninos inf.—3) y 4) Caninos sup.—5) Mandíbula izq. en vista interna.—6) Mandíbula derecha en vista interna. Tamaño en el texto. Loc. Ballestar (Cuencas pirenaicas). Col. Instituto Provincial de Paleontología (Sabadell, Barcelona).



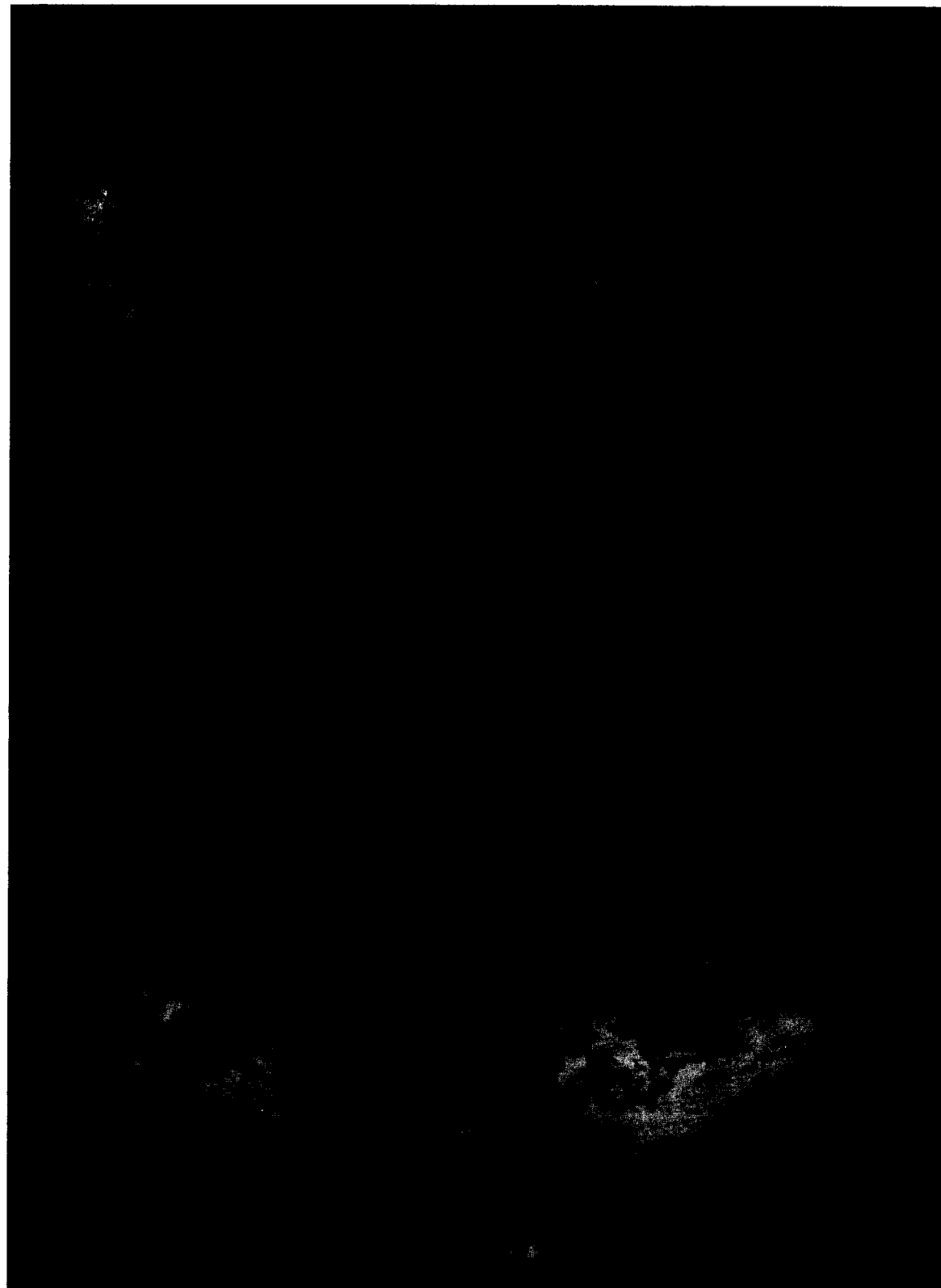


LÁMINA V

*Progenetta montadai* (VILL. et CRUS.) subesp. *urgellensis* CRUS. et GOLPE.—1) y 2) Caninos inf.—3) y 4) Caninos sup.—5) Mandíbula izq. en vista interna.—6) Mandíbula derecha en vista interna. Tamaño en el texto. Loc. Ballestar (Cuencas pirenaicas), Col. Instituto Provincial de Paleontología (Sabadell, Barcelona).

He aquí los caracteres observados en las dos hemimandíbulas de Ballestar:

El P/2 tiene una punta anterior leve, lo mismo que en el *P. montadai* del Vindoboniense y es más largo y estrecho que en *P. montadai* y *P. m. vallesiensis*.

El P/3 tiene las mismas características que el *P. montadai*, pero es algo más largo y más ancho.

En cuanto al P/4, el ejemplar de Ballestar, presenta la parte posterior más reducida que en el tipo; el reborde basilar está, en cambio, más desarrollado, de forma que el talónido no se ha reducido; la pieza es de las mismas proporciones que la de Hostalets, o algo más alargada.

En el M/1 el talónido es más desarrollado que en el tipo (véanse índices) y por lo tanto más aún que en el del *P. montadai vallesiensis*; no posee reborde posterior.

La tuberculosa es más larga y estrecha que sus homólogas en las dos formas y los dos forámenes nutricios están situados como en aquéllas.

Después del detenido examen de estas piezas, llegamos a la conclusión de que la forma de Ballestar es también una mutación evolucionada del *P. montadai*, pero, en sentido distinto que el *P. montadai vallesiensis*; de tal manera que, así como esta última acentuaba los caracteres hienoides, o necrofágicos, la primera lo hace en dirección a una forma más "biógafa"; es decir, más típicamente carnívora. Por este motivo consideramos que la forma en cuestión debe encuadrarse en una mutación nueva, para la que proponemos el nombre de *P. montadai urgelliense*. Así, pues, tendríamos un grupo constituido por las formas siguientes:

(1) Citada también con dudas de La Grive Saint-Alban (vid. VIRET, 1951, *Progenetta* aff. *montadai* "VILL. et CRUS., 1943) pág. 85; Pl. 1, fig. 16.

*Vindoboniense superior*:

Can Mata I (Vallès-Penedès):

*P. montadai montadai* (1), nova ssp.

*Vindoboniense terminal*:

Can Barra (Vallès-Penedès):

*P. montadai vallesiensis*.

*Vallesiense inferior*:

Ballestar (Seu d'Urgell):

*P. montadai urgellensis*, nova. ssp.

## BIBLIOGRAFIA

VILLALTA, J. F. DE y CRUSAFONT PAIRO, M.: *Los Vertebrados del Mioceno continental de la cuenca del Vallès-Penedès*. (Prov. de Barcelona): I) Insectívoros. II) Carnívoros. "Bol. del Inst. Geol. y Min. de Esp.". T. LVI. Madrid, 1943

CRUSAFONT PAIRO, M.: *Les Ischyriactis de la transition Vindobonien-Vallesien*. "Paleovertebrata", V, 5: 253-260. Montpellier, 1972.

CRUSAFONT, M.: *Las especies transientes en paleomastología: su importancia en España*. "Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.", núm. 65, págs. 49-59. Madrid, 1962.

VIRET, J.: *Catalogue critique de la faune de Mammifères miocènes de La Grive Saint-Alban* (Isère). "Nouv. Arch. Mus. Hist Nat.", 3: 104 pág. 4 pl. Lyon, 1951.

CRUSAFONT PAIRO, M. et PETTER, G.: *Contribution à l'étude des Hyaenidae. La sous-famille des Ictitheriinae*. "Annales de Paléontologie". (Vertebres). Tome LV, fascículo I, págs. 89-127. Paris, 1969.

Barcelona-Sabadell, enero 1973



# Diapiric and gravity tectonics in the Pre-Betic, (Sierra Bernia) of south-east Spain

By FRANK MOSELEY (\*)

## RESUMEN

La Pre-Bética del sudeste de España es el más nórdico de los tres grupos tectónicos principales que constituyen la zona de pliegues alpina denominada las Cordilleras Béticas. Consta de sedimentos mesozoicos y terciarios, en su mayor parte piedras calizas, los cuales se han plegado en direcciones ENE, aunque pueden sufrir algunas complicaciones, incluso deslizamientos casi horizontales y masas transgresivas de triás diapírico. Este trabajo trata de los efectos que esto produce en las rocas mesozoicas y terciarias de recubrimiento, y trata con más extensión los trabajos de Ríos y otros (1958), expresados en la Hoja y Memoria número 848 del mapa geológico de España, E. 1:50.0000. La conclusión de conjunto es que el efecto diapírico produce pliegues acusadamente oblicuos a la dirección regional, y que desprendimientos de gravedad y fallas acompañan los diapiros ascendentes.

Se cree, en realidad, que el Triás ha sido principalmente por fallas de desgarre ONO, y en parte por fallas de desgarre N-S, y, al hacer esto, ha empujado hacia arriba los sedimentos superyacentes en las estructuras ONO de la línea Bernia. Son sumamente complejas estas estructuras que incluyen una variedad infinita de pliegues, además de mucho deslizamiento y rompimiento de los estratos. Hay un contraste enorme entre el grado de deformación de las capas competentes y las capas incompetentes, aquéllas torcidas en anchos pliegues abiertos y éstas retorcidas en pliegues sumamente apretados. Con frecuencia se observa estos contrastes en el mismo afloramiento de roca.

Las conclusiones finales son que la mayoría de estas estructuras fueron producidas por movimientos más bien verticales (hacia arriba) que laterales, y que el plegamiento complejo en los lados del elevamiento resultó de desprendimientos de gravedad, con pliegues disarmonías muy manifiestos. Aunque la mayor parte de los movimientos de la tierra se acabaron en el Mioceno moderno en las capas incompetentes, ya citadas, unos efectos más tarde son evidentes en la inclinación de los depósitos cuaternarios y en la erosión de barrancos antecedentes.

## SUMMARY

The Pre-Betic of south-east Spain is the most northerly of the three major tectonic units which make up the Alpine fold belt known as the Betic Cordilleras. It consists of Mesozoic and Tertiary sediments, mostly limestones, which are folded along E. N. E. trends, but subjected to complications which include near horizontal thrusts and transgressive masses of diapiric Trias. This paper deals with the effects of the latter on Mesozoic and Tertiary cover rocks, the results being the formation of folds strongly oblique to the regional trend.

The Trias is believed to have risen diapirically along W. N. W. wrench zones, and so doing to have pushed up the overlying sediments into the W. N. W. structures of the Bernia line. It is suggested that these structures were produced by upward rather than lateral movement, and that the complex folding on the flanks of the uplift resulted from gravity sliding, with disharmonic folds very much in evidence. Although most of the earth movements ended in the late Miocene, later effects are noticeable in the tilting of Quaternary deposits and erosion of antecedent gorges.

(\*) Department of Geology. University of Birmingham.

## I. INTRODUCTION

The complex Alpine fold belt of the Betic Cordilleras south of the Hercynian Meseta extends for 600 km. from Gibraltar to Cape Nao, and is divisible into the three major tectonic units of the Betic proper, the Sub-Betic and the Pre-Betic (Fig. 1). The former has perhaps been the most extensively studied, but the two other units have and are still receiving a good deal of attention from a number of research groups.

The Betic zone is the most southerly of the three and is itself subdivided into three large tectonic units. The lowest of these is the Nevado-Filabride complex of schists and gneisses forming a Variscan basement, overlain by the Alpujarride nappes composed mostly of Palaeozoic and Triassic rocks of low metamorphic grade, which are in turn overlain by the Betic of Malaga, a nappe which consists of non-metamorphic Carboniferous and Mesozoic rocks. The Sub-Betic is also non-metamorphic, mostly with a Mesozoic geosynclinal marl and limestone facies, and appears to form nappes which structurally overlie the Betic zone. The Pre-Betic generally regarded as having the simplest structures of the three is the most northerly of the tectonic units, and is largely made up of autochthonous Mesozoic and Tertiary limestones, with a certain amount of marl, the general geology having been excellently portrayed by Ríos et al on the 1:50000 map sheets 822 and 845. The outline is certainly of relatively simple N. E. trending folds, but these folds are complicated by cross cutting masses of gypsiferous Trias, and locally truncated by low angle thrust sheets. The Triassic rocks form narrow inliers usually aligned in either northerly or north westerly directions, parallel in fact to the wrench fault directions associated with the N. E. folding, and the suggestion is that they are diapiric upswellings along wrench faults in the Pre-Triassic basement. The Sierra Bernia uplift in particular has taken with it adjacent Mesozoic and Tertiary limestones which have then been subjected to considerable gravity sliding, to give the complex Bernia line, transverse to the regional tectonic trend. Similar tectonic disturbances elsewhere are comparatively rare but those described by Harrison and Falcon (1936) and Van der Fliert (1953) have some features common with the Bernia line.

The other outstanding structural element of the Costa Blanca Pre-Betic, the low angle thrusting, is not considered in this paper, although Olta on

the eastern margin of plate<sup>1</sup> (Fig. 2) is one such structure (Ríos et al, 1958), and may well be related in some way to the diapiric uplift. These thrusts are important features of topography a few miles north of Bernia, generally bringing massive Eocene limestone above soft Miocene marl (Ríos et al, 1961).

## II. STRATIGRAPHICAL OUTLINE OF THE BERNIA REGION

The rocks of the Pre-Betic zone cover all systems from Triassic to Miocene, although Jurassic rocks are absent from the Bernia region. The outline given here is intended only as a framework for the structural account which follows.

## A. TRIASSIC.

Rocks belonging to this system are soft, easily eroded, and consequently not well exposed. They generally form the cultivated lower ground.

(a) *Ferruginous and gypsiferous "marl"* (Tx), is the most widespread facies, and is reddish-purplish-brown, extremely soft and incompetent, and has reacted in a chaotic way to earth movements. Occasionally bedding can be discerned, with gypsum bands contorted into flow folds (Fig. 13), but more often the rocks are in the form of gypsiferous breccia (plate 2), with passage from bedded marl to breccia visible in some exposures.

(b) *Dolomite (TL)* is frequently to be found as thin bedded grey or biscuit coloured rocks, occasionally gradational into sandy silt and shale. Unlike the "marls" just mentioned bedding is well seen in these rocks and most of the structural measurements from the Trias have been made on them (Figs. 12 & 13). Tectonic disturbance is still intense however and it is never possible to trace individual members for more than a few yards.

(c) *Basic igneous rocks* form the third Triassic rock type and include dolerite, basalt and agglomerate. The outcrops are small and tectonically isolated, but clearly represent a period of contemporaneous igneous activity. The most notable outcrops are as follows:

(i) Below the Olta escarpment (214574) there is a 100 metre long section in a sill which dips 40° east, and is 50 metres thick. The central part of



the sill is quite coarse grained, approaching gabbro, but becomes basaltic towards the upper and lower contacts.

(ii) There are similar outcrops of dolerite and basalt further south forming a steeply dipping sill or dyke like sheet (215563).

(iii) Spheroidally weathered basalt is brought up along the N-S fault complex east of El Castillo (217557).

(iv) Not far to the S.W. of the map area at Cap Negret there are interesting exposures of coarse agglomerate, basalt and dolerite (Rios et al, 1958).

#### B. CRETACEOUS.

The flanks of the Sierra Bernia reveal only the upper part of the Cretaceous, although the faunal evidence is rather meagre. The sequence has been divided into three formations.

(a) *The Galera massive limestone (CL)* is the lowest formation and consists of more than 150 metres of almost unbedded to thickly bedded white crystalline limestone. It forms the cliffs of Galera and Alama (Figs. 10 & 11 and Plate 3) and has been eroded into large honey weathering overhanging cliffs. This formation is highly competent and resistant to complex folding.

(b) *The Alama bedded limestone (CLb)* rests on the massive limestone and is of similar lithology, but more closely bedded, with the bedding planes normally less than 50 cm. apart. It is to be seen on the Alama slopes both above and across the flanks of CL. (Figs. 8, 10 & 11). The highest member is rather more massive and forms steeply inclined slabs along the Alama mountainside (position 3 & 4 of figure 8).

(c) *The Galera marl-limestone facies (Cm & CmL)* is the highest formation and is dominantly a marl facies, but there are alternations of argillaceous limestone and marl with the former varying from about 20% to more than 50% of the total thickness. The limestone beds are generally less than 50 cm. thick, but there is one massive limestone member (CmL) within the facies which reaches a thickness of 50 metres on hill 179561 (Fig. 9). As would be expected this formation as a whole is highly incompetent and has been deformed into numerous minor folds.

#### C. EOCENE.

Extensive faulting and folding makes it difficult to build up an Eocene sequence but it is likely to be conformable on the Cretaceous with the top few meters of Cm (above) passing into an Eocene marl facies, which yields an abundant fauna of nummulitids and echinoids. Above this is massive limestone, which is probably succeeded by a higher formation of marl and limestone alternations, although this junction is invariably faulted.

(a) *The Olta massive limestone (EL)*. This limestone is found in three large outcrops; as a capping to Olta (Fig. 2), along the summit ridge of Bernia, and along the southern slopes of Bernia from Mascarat to Altea la Vieja. It is massive, largely unbedded white limestone, and is generally fossiliferous, yielding algae, echinoids, nummulitids and many other foraminifera and other organisms. The bedding is so indistinct that it is often difficult to ascertain dip, but because of the highly competent nature, complex folding is not to be expected, nor has any been seen.

(b) *The Mascarat marl-limestone formation (EmL)*. This facies is petrographically the most interesting in the region, and is best exposed along the Mascarat shore (Fig. 4). Sequences vary from bedded limestones to marl-limestone interbeds, the principle lithologies being as follows.

(i) *Bedded white limestone* is common on the west of figure 4 and frequently contains worm burrowed bedding surfaces. The top of one of these limestone members is marked by a well defined "manganese bed" (Fig. 4), representing a significant condensed horizon. This bed was first noticed by Dr. J. H. McD. Whitaker during the course of a field excursion.

(ii) *Nodular limestone and pebbly mudstone* are gradational one to the other. The former is crudely arranged in beds of about 20 to 50 cm. thickness, occasionally passing into normal bedded limestone. One very large septarian nodule occurs at a junction between nodular limestone and limestone-marl interbeds (Fig. 5). The limestones are darkish grey, crystalline and sparsely fossiliferous. The pebbly mudstones consist of fragments of nodular limestone in a mudstone matrix, with the latter dominant (Plate 2), and appear to derive from contemporaneous break up of limestone, perhaps by some form of slumping, with the fragments then surrounded by mud. Care is necessary to distinguish these





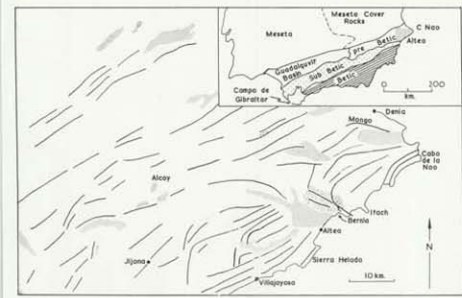


Figura 1

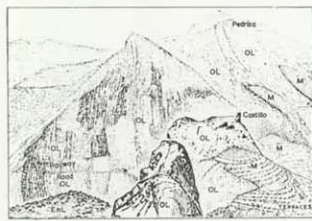


Figura 3

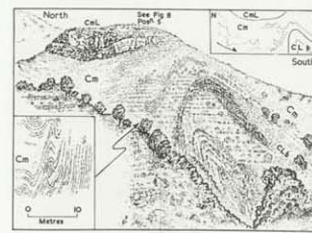


Figura 9

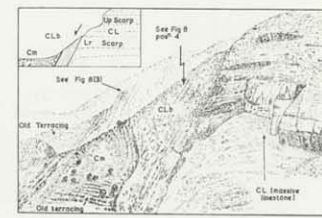


Figura 10

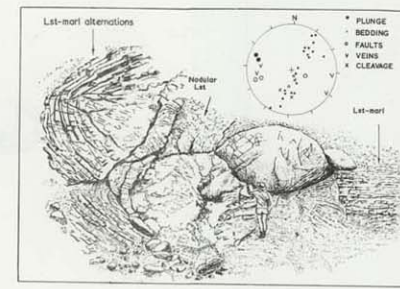


Figura 5

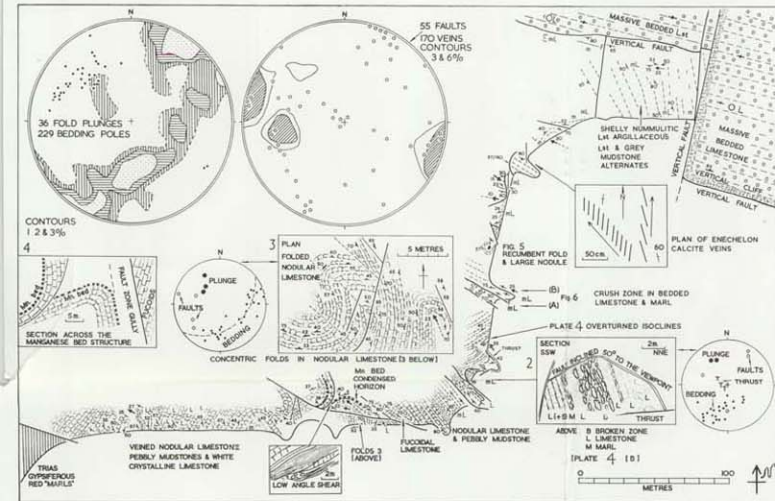


Figura 4

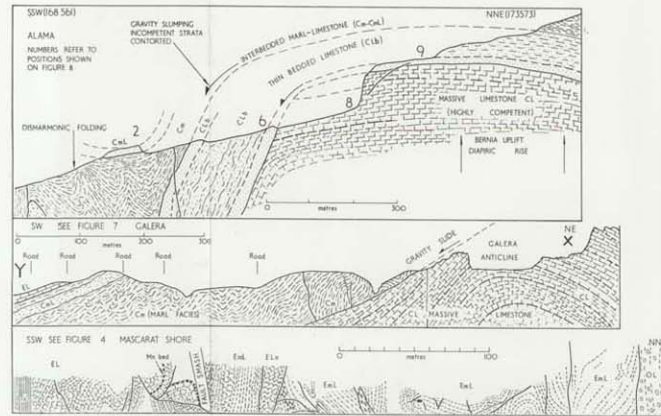


Figura 11

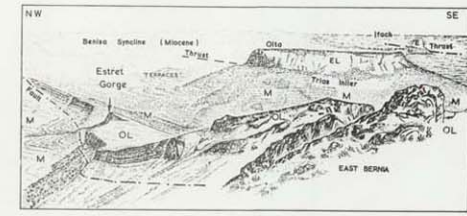


Figura 2

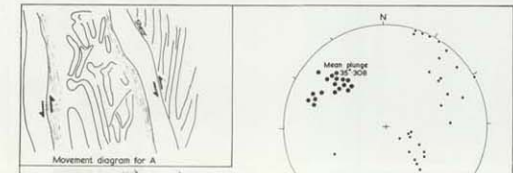


Figura 6

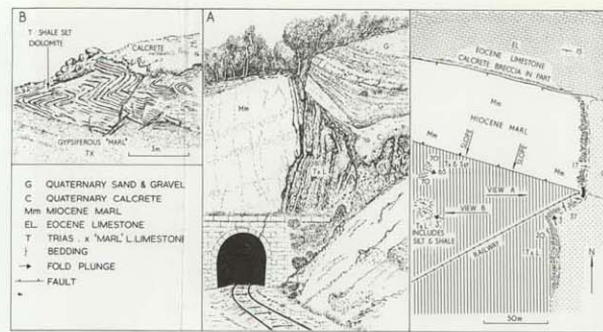


Figura 12

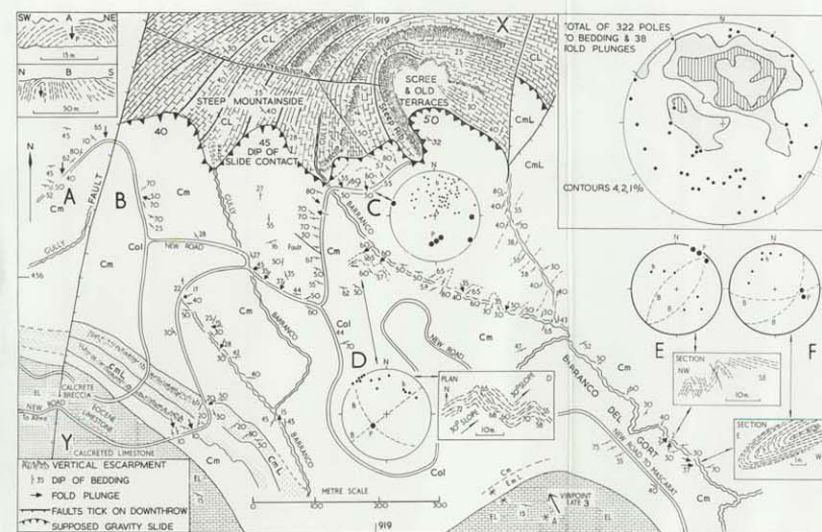


Figura 7

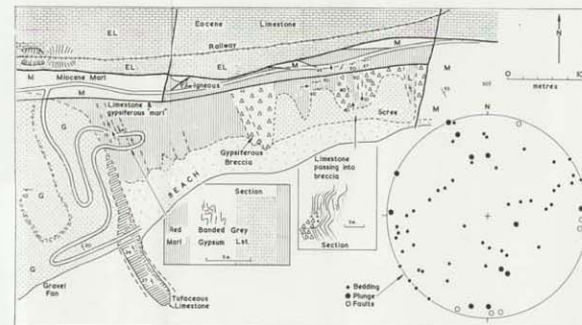


Figura 13

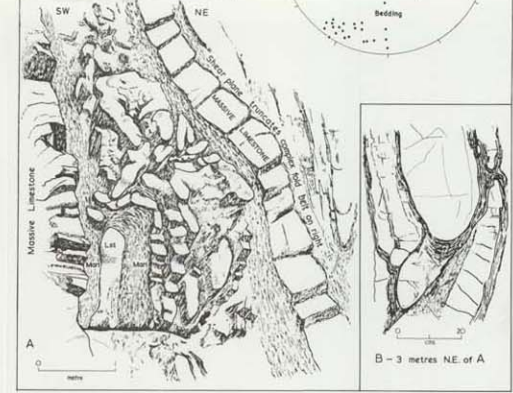


Figura 6

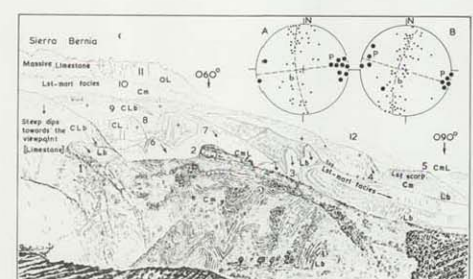


Figura 8



sedimentary fragmental rocks from tectonic breccias, since all the pebbly mudstone exposures are also intensely deformed.

(iii) *Marl-limestone alternations* form the third major facies of this formation. Generally the individual beds are between 10 cm. and 1 m. thick, and like the Cretaceous marl-limestone facies (Cm) the unit is extremely incompetent. The marl beds are generally grey and shaly whilst the limestones vary from argillaceous to pale grey shell limestones, the latter in particular yielding a rich fauna of nummulitids and echinoids.

#### D. OLIGOCENE.

Evidence from the whole of the Costa Blanca region indicates that a small angular unconformity separates the Eocene and Oligocene (Rios et al, 1958 and 1961). This cannot be confirmed from the Sierra Bernia since all the contacts are faulted. The only facies represented is massively bedded white crystalline limestone (OL) not unlike some of the Cretaceous limestones in lithology. These limestones, tilted to the vertical, form the precipitous crest line of the main ridge from Sierra de Toix very nearly to Bernia summit (Fig. 3). They are less fossiliferous than the Eocene rocks, although a wide variety of foraminifera can usually be found.

#### E. MIOCENE.

The junction between Oligocene and Miocene strata is a near conformable one and is taken at the facies change between massive limestone and overlying sandy marl and argillaceous limestone (Plate 1). Whether this is the true junction between the two systems is not known for certain and an answer must await completion of faunal studies now in progress.

Stratigraphical interpretation of the Miocene rocks has the advantage over the older formations in that they extend, north-eastwards away from the principle tectonic disturbance where they are less deformed. It is thus possible to measure up sequences in a normal stratigraphic way, although it must be admitted that so far this has only been done for the lower 100 m. in a sequence which, extending towards Benisa (Fig. 2), must exceed 1000 m.

These lower beds are in fact extremely interest-

ing both petrographically and faunally. Near the base there are plastic limestone pseudo-breccias which become increasingly impregnated by glauconite at higher levels, until 10 m. above the Oligocene limestone there is a black foraminiferal glauconite sand some 2 m. thick. This horizon is followed by marls and argillaceous limestone (MmL) the latter weathering along rather unusual spheroidal joints (Plate 2). At approximately 50 m. above the base this sequence is terminated by a well defined angular unconformity (5 degree), above which there are more limestones, alternations of marl and limestone in 20 cm. interbeds (Plate 2), and one distinct 30 metre massive sandy limestone (MS) which forms an easily mapped member between the Barranco Salado and Olta. The limestones tend to be dark blue grey, argillaceous, and break with conchoidal fracture, whilst the marls, richly fossiliferous at some horizons, are generally grey.

#### F. QUATERNARY.

These deposits are almost entirely post-tectonic and consist of gravel, calcrete (caliche) and some tuffaceous limestone.

(i) *The tuffaceous limestone* forming Barra de Galera is probably the oldest Quaternary deposit although the precise age has yet to be determined. It is about 6 m. thick, rapidly thinning out from the coast inland (Fig. 13), and is followed by fan gravel, with some interbedding in the upper part. It is interesting that this bed and the succeeding gravel dips at about 25° away from the Bernia line. This is not a depositional dip and implies continued Quaternary uplift of the Sierra Bernia.

(ii) *Fan gravels* are widespread and have formed as a result of erosion of the rising mountains. The more usual morphological forms are fan terraces with planar top surfaces generally inclined about 5° away from the mountains. Thickness is variable exceeding 50 m. in the cliffs S.W. of Barra de Galera, but composition is relatively uniform since erosion of the limestone mountains provides limestone gravel.

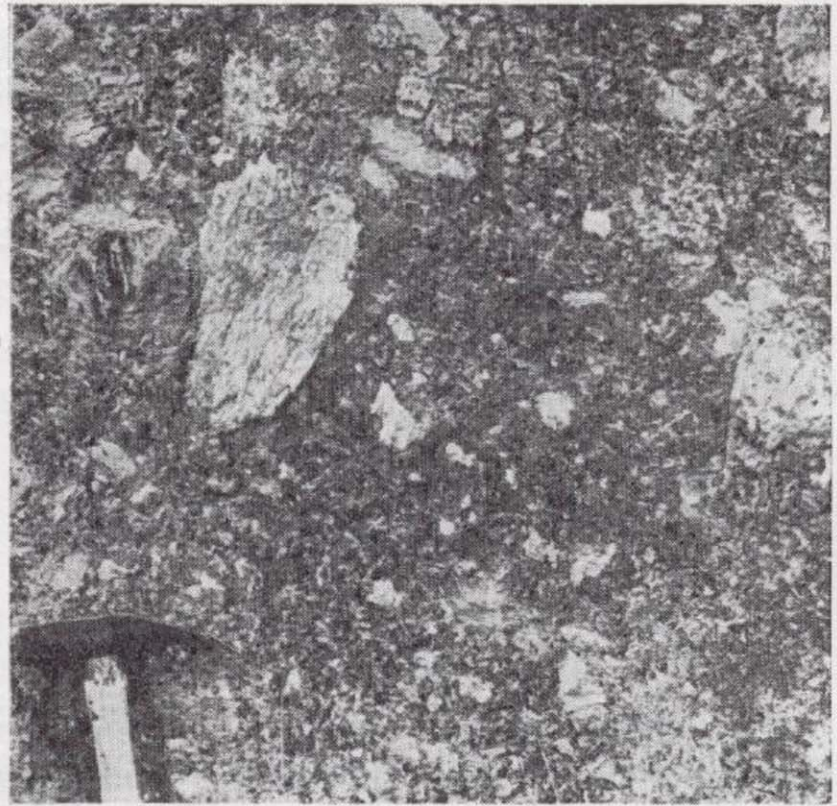
(iii) *Calcrete* deposits are equally widespread, both as a surface limestone and interbedded with gravel. Included are coarse breccias, especially where the Eocene limestone has been calcreted, and normal sequences of cap rock with the underlying friable zone are to be found, similar to those elsewhere around the Mediterranean (Moseley, 1965).



A



B



C ↙

D ↘



Plate 2

- (a) Miocene limestone with spheroidal jointing. Barranco Salado 207565.
- (b) Gypsiferous Triassic breccia near Olta 216 574.
- (c) Miocene marl-limestone alternations, Barranco Salado 208566.
- (d) Eocene pebbly mudstone with nodular limestone clasts and calcite veins. Mascarat shore.



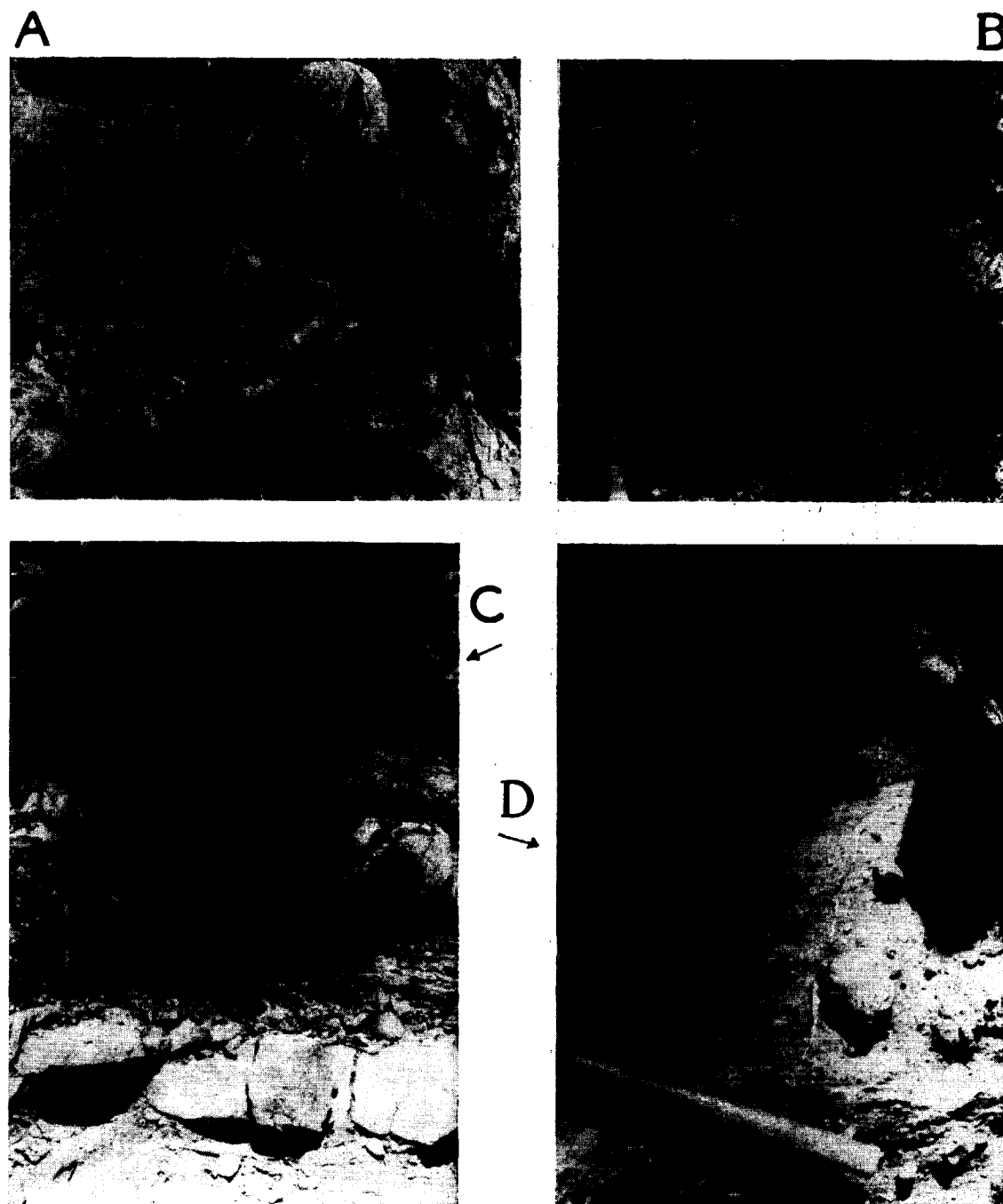


Plate 2

- (a) Miocene limestone with spheroidal jointing. Barranco Salado 207565.  
 (b) Gypsiferous Triassic breccia near Olta 216 574.  
 (c) Miocene marl-limestone alternations, Barranco Salado 208566.  
 (d) Eocene pebbly mudstone with nodular limestone clasts and calcite veins. Mascarat shore.

## III. STRUCTURE

The general nature of the structure has been indicated in the introduction. In detail there is tremendous diversity in style even in this small area, so much so that for descriptive purposes it has been necessary to subdivide into smaller structural regions. These are to the N.E. and S.W. of the Bernia uplift and along the line of the uplift.

1. *The Bernia syncline N.E. and N. of the Bernia Line (Fig. 2)*

Dominated by Miocene rocks this region exhibits the regional N.E. trending structures which are comparatively simple in their general outline. There are complications, however, of which the most significant are the Eocene thrust mass of Olta, the diapiric wedge of Trias west of Olta and the fault bounded escarpment of Oligocene limestone at the Estret Gorge.

The Miocene rocks form a part of the broad Bernia syncline, and generally have moderate dips without the complications of minor folding. Faulting is more important especially close to the Bernia ridge where there are numerous normal, dip faults with displacements ranging from more than 100 metres to less than 1 metre. Such faults are well seen along the Barranco Salado (213561) where they mostly have N.E. trends and terminate against the W.N.W. structures of the Bernia line (Plate 1). The largest of the faults offsets the prominent lower Miocene sandy limestone MS by 500 metres runs into the N-S fault which passes through the Mascarat Gorge. There are in fact a number of northerly faults especially in the region of the Mascarat Gorge, most of which appear to be wrench structures, although there are some normal faults. There are also numerous smaller shear planes carrying calcite, most of which appear to have had wrench origins. Measurements of 40 of these structures showed most of them to be vertical, and to be in two sets, a dominant one trending  $005^{\circ}$  T and a much less developed set trending  $270^{\circ}$  T. There will be further discussion of the faults in section III 2 but their effects can be seen on figure 3 from the displacement of segments of Miocene against Oligocene rock.

The northern-east limb of the Bernia syncline is emphasised by the dip slope and north-west facing escarpment of Oligocene limestone in the

region of Pinos and the Estret Gorge (195585 & Fig. 2). Immediately to the N.W. of the escarpment horizontal Miocene rocks outcrop in faulted contact with the Oligocene. This fault is believed to be a thrust which bends into the structures of the Bernia line (Plate 1), although it is not possible to specify definite evidence for this.

Trias inliers within the Miocene outcrop are also important features of the S.W. part of the Bernia syncline. The largest is the elongated outcrop immediately west of Olta (215575) coincident with the N-S wrench fault complex which extends south to displace the Bernia line at Cala de Mascarat (Plate 1 & Fig. 4). There seems little doubt from the disposition on the map and the chaotic structures that this Trias, very largely of gypsiferous marl, has been brecciated and forced diapirically upwards along the wrench complex, carrying with it large blocks of igneous rock, such as the sill fragment described section II AC (1).

The Olta thrust mass of Eocene limestone has not been examined in any detail but the field relations suggest that the thrust is near horizontal with more than a hundred metres of Eocene limestone resting on Miocene rocks, and that it drops gently to the S.E. where the spectacular promontory of Ifach is another klippe of the same thrust mass (Fig. 2) (See also Rios et al, 1958).

Approaching the Bernia line the Miocene rocks gradually tilt to a W.N.W. strike, and Oligocene limestones emerge from beneath them swinging round in a remarkable way from the N.E. strike of the Estret Gorge to the W.N.W. strike of the Bernia line (Plate 1).

2. *The Bernia ridge*

The Bernia ridge extending W.N.W. from the Sierra de Toix to the Sierra Bernia is notable for the continuous band of vertical Oligocene limestone. Approaching the ridge from the north-east the Miocene and Oligocene strata steepen up as noted in the last section, eventually becoming vertical along the crest line, where they are bounded to the south by an impressive vertical fault system. (Plate 1, sections 1 and 2). There is no evidence for the continuous anticline along the ridge shown by Rios et al (1958), but other complications are many and varied. At Mascarat there are three parallel W.N.W. faults, the most southerly of which is well exposed between the Mascarat tunnels and Cala de



Mascarat, passing on to form the straight cliff of the Sierra de Toix. These faults are intersected by several northerly faults the largest of which is the wrench fault which extends south from the Trias diapir near Olta, disrupts the main ridge line east of El Castillo (Fig. 3) and then extends out to sea as a vertical face of horizontally and obliquely slickensided limestone 100 metres high (Fig. 4). Another, but smaller, Trias wedge occurs at the point where this fault breaks across the ridge (217556). Also at Mascarat there is a downfaulted block of the Eocene marl-limestone facies (EmL), whilst another small N-S wrench passes along the Mascarat Gorge, displacing the main ridge line slightly, but ending at the more southerly of the W.N.W. faults referred to above.

Moving W.N.W. to Pedriza (190575) there is another patch of ground where complex structure makes interpretation difficult. This is where the main part of the Oligocene limestone swings N.E. towards the Gorge del Estret. The fault on the northern side of the Oligocene limestone scarp (Fig. 2) cuts across the ridge at this point and then swings round to follow the trend of the Bernia ridge towards Mascarat. (Plate 1).

The third complex part of the ridge corresponds with the summit area of Bernia. In this region there is a thick sequence of vertical Oligocene and Eocene limestones which run slightly oblique to the line of the ridge. The northern precipice of Bernia is fault controlled, and this fault cuts out the Eocene rocks towards the east as shown on plate 1.

### 3. The S.S.W. flank of the main ridge

This region extending from Alama to Galera and Cala de Mascarat is the most complex structural region of the Bernia uplift and is bounded by vertical faults both to the north and the south. The contrasting structures are illustrated by the three regions of Mascarat (Fig. 4), Galera (Fig. 7), and Alama (Figs. 8, 9 & 10) and by sections across these regions (Fig. 11).

#### 3A. Mascarat.

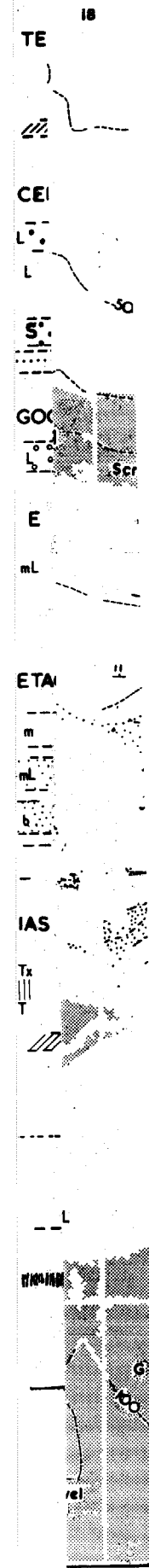
The structure of this region is continuously exposed along the Mascarat shore, one of the most fascinating sections likely to be seen anywhere.

S.S.W. of the vertical fault bounding the main ridge, there are continuous exposures of the Eocene limestone-marl facies, with the great variety of lithology and fossil abundance already referred to. The rhythmic alternation of limestone and marl, which forms much of the section, has contrived to give many structural styles some of which are illustrated on figures 4, 5 and 6 and on plate 4. Of great interest is the progressive breaking up and shearing out of the thin limestone bands, which can be followed in sequence by taking, first, the recumbent fold of figure 5, in which most of the limestone bands can be followed round the hinge of the fold, second, the tight isoclinal folds of plate 4A, still preserving their identity as complete folds, but isolated from the next folds by a sea of marl, third, the crush zone of figure 6 in which individual isoclinal folds have been both forced together and pushed past each other in a variety of "crush boudinage", with marl forced into available spaces, and fourth, the complete separation into limestone pods shown by plate 4B, with the pods surrounded by marl and jumbled together with other similar pods to give exposures resembling boulder beds. It is observed that regardless of the other differences all these folds, broken beds and pods have similar N.W. plunge orientations (Fig. 4). There are other simpler folds, also with N.W. plunges, along this section, usually to be found where the limestones become more massive. (Fig. 4, the anticline affecting the manganese bed and the structure in the nodular limestone).

Several other structural features to be seen along this section are worthy of comment. The beginning of fracture cleavage is visible in some folds (Fig. 5). Numerous en echelon sets of calcite veins are to be seen along the whole section, and those which have been systematically measured (Fig. 4) can be interpreted, like the rest of the section, in terms of the W.N.W. Bernia uplift. There are many faults and these include low angle thrusts and vertical faults, the latter frequently with W.N.W. trends parallel to the Bernia line.

#### 3B. Galera (Figs. 7 & 11 and Plate 3).

Although this structural unit is directly along the strike from the Mascarat shore just described, the structural styles are completely different. The massive Cretaceous limestone forming the S.S.W. slopes of Bernia terminate to the east, without obvious reason, in the Galera anticline. To the









north the unit as a whole is separated from the Oligocene limestone of the main Bernia ridge by the important zone of faulting already mentioned, and to the south it is bounded by gently dipping Eocene limestone and then by Trias of the Algar inlier.

The sequence of strata consists of more than 150 metres of massive Cretaceous limestone (CL), which presents sheer precipices, followed by a marl-limestone facies (Cm and CmL), and then by massive Eocene limestone (EL). The Cretaceous limestone is folded into the simple concentric Ga-

clines, and the near recumbent plunging isoclines of figure 7 insets D and F. There is also a strong suggestion that plunges radiate outwards and away from the hinge of the main anticline, but one must again admit to exceptions. There is a single more massive bedded limestone within the marl facies (CmL) which is more competent and displays less complexity of folding.

The junction between the massive Cretaceous limestone and the marl facies is obviously tectonic. It transgresses different horizons and fold structures in both formations, and radiates outwards away from



Plate 3

Stereopair of the Galera anticline from 192 556 (Fig. 7) showing massive Cretaceous limestone (CL) and the gravity slide contact with Cretaceous marl-limestone facies (Cm).

lera anticline, a large W.N.W. fold with a half wave length of about 800 m. and dips of 30° to 40° on the limbs (Plates 1 & 3 and figure 11). The only complications are occasional small normal faults and minor folds of moderate proportions. The marl facies appears on the flanks and round the east facing nose of the anticline, as highly incompetent rocks contorted into numerous complex folds, with wide divergence of plunge orientation (Fig. 7). Fold styles are mostly upright and symmetrical, with rounded hinges, but there are numerous variations from this, such as the 60° plunging mono-

the fold limbs and fold nose with the dips of 30° to 40°, approximately parallel to minor fold plunges in the marl facies. There are good exposures along the new road (190562) where junction is a broken, rubbly zone, 3 to 5 metres wide, rather than a clean fracture, and is here inclined 30° S.W. It can be easily followed on the ground, both because there is good exposure and because there is strong vegetational change, with increased density of tomarrillos (maquis) on the marl facies (Plate 3). The line rises up the spurs and drops into the gullies consistent with the 30°-40° dip already noted.



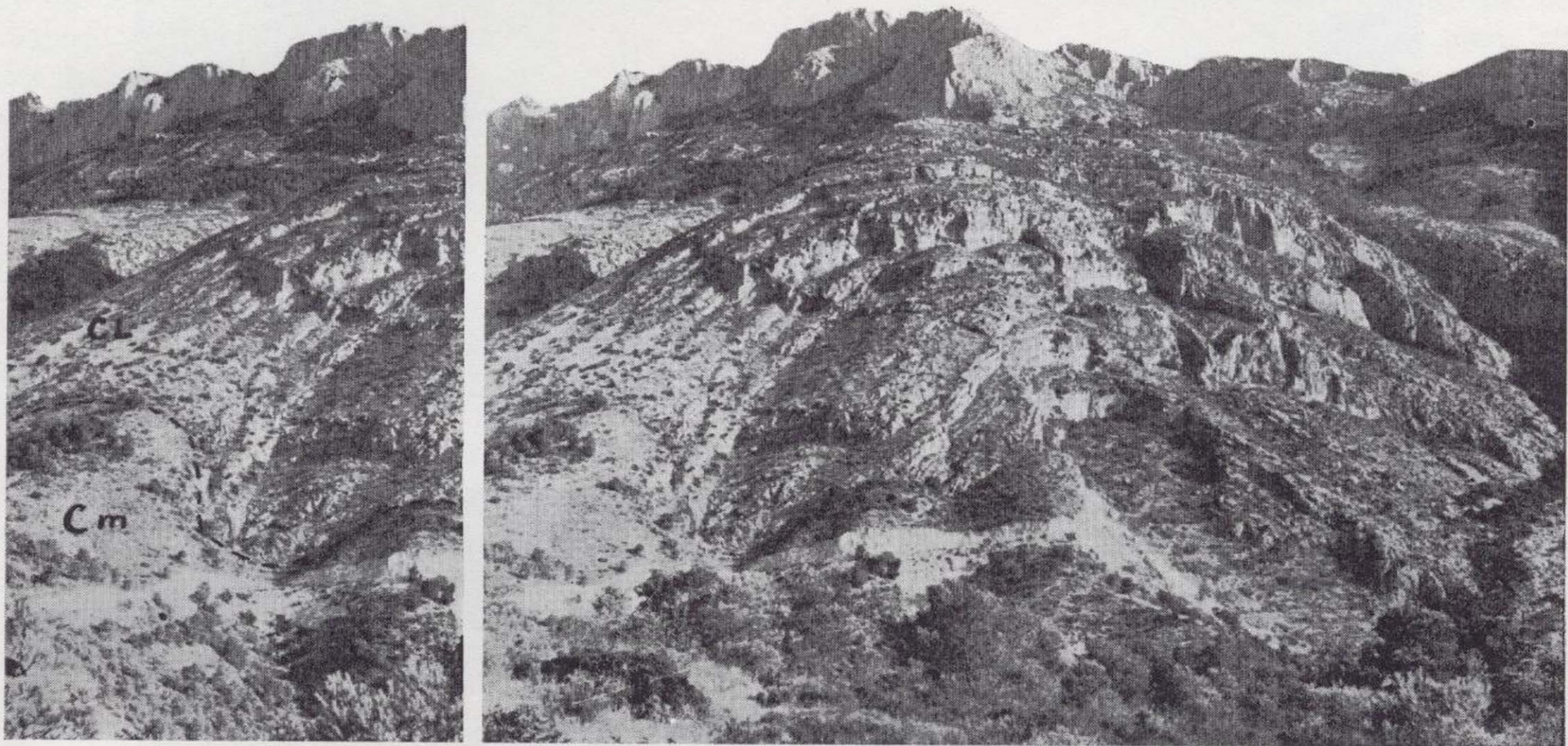


Plate 3

Stereopair of the Galera anticline from 192 556 (Fig. 7) showing massive Cretaceous limestone (CL) and the gravity slide contact with Cretaceous marl-limestone facies (Cm).



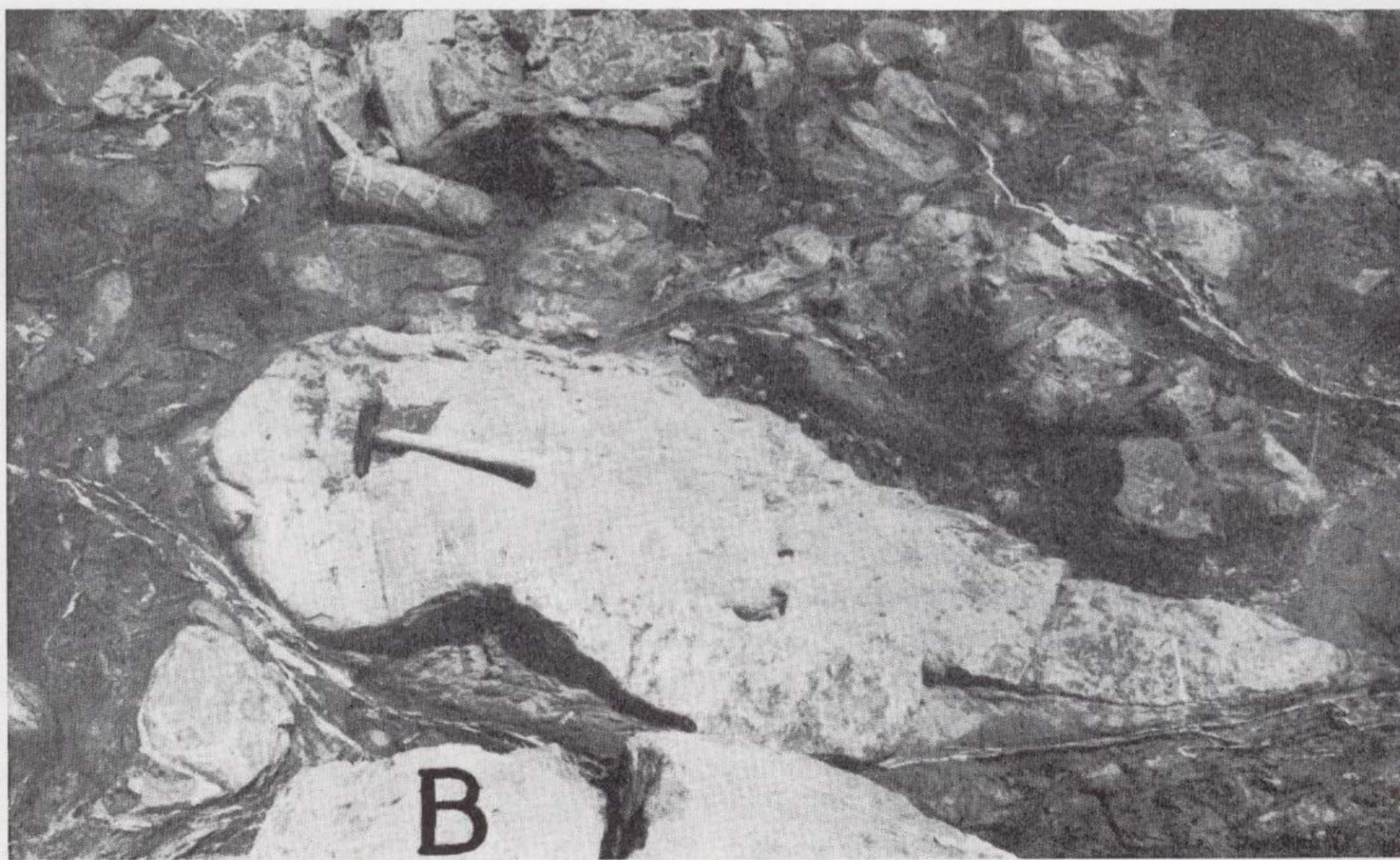
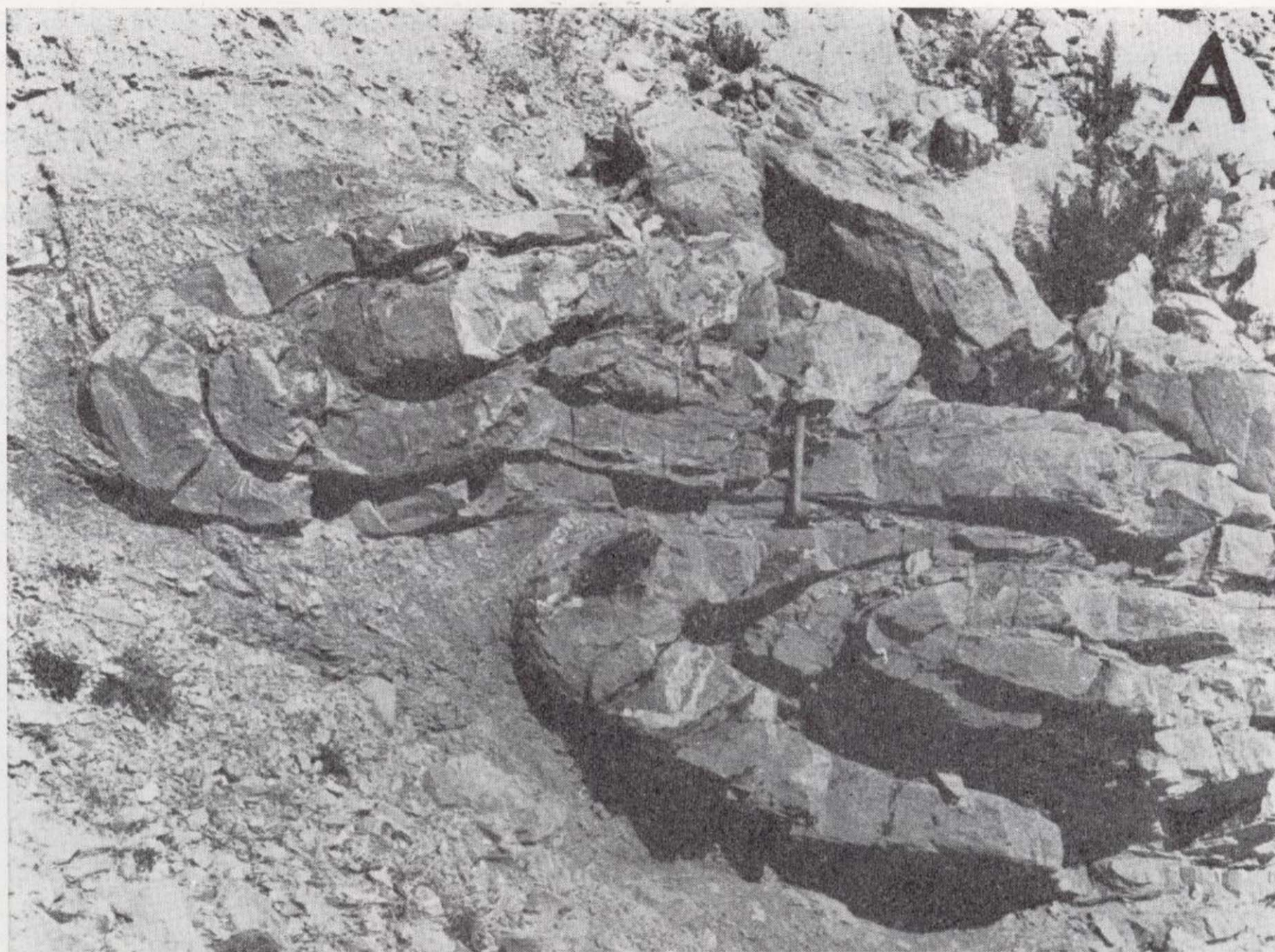


Plate 4

- (a) Isoclinal overfolds in Eocene limestone, Mascarat shore (Fig. 4).  
(b) Crush boudinage in Eocene limestone, with isolated pods. Mascarat shore (see Fig. 4).





Plate 4

- (a) Isoclinal overfolds in Eocene limestone, Mascarat shore (Fig. 4).  
 (b) Crush boudinage in Eocene limestone, with isolated pods. Mascarat shore (see Fig. 4).

It is clear that the Galera anticline and its associated structures are not ordinary folds. The easterly termination of the massive limestone at the nose of the anticline with the bounding low angle fault complex is an unusual feature unlikely to be explained by the normal processes of folding. The suggestion which fits the observations better than any other was first put to the author during the course of a field excursion by Dr. J. H. McD. Whitaker and Professor P. C. Sylvester Bradley and this was that the complex could be best explained by the gravity slide hypothesis (Fig. 11). The overall interpretation envisages formation of the anticline by upward pressure rather than appreciable lateral stress and this could have been in response to diapiric rise of Triassic rocks, evidence for which can be seen on the Mascarat Shore (213548). The consequence would have been the gravity sliding of the marl facies down the flanks and across the nose of the anticline.

Above the marls-limestone facies (Cm and CmL), the highly competent Eocene limestone (EL) dips gently and steadily to the S. S. W., and contains no minor structures. There is nothing to suggest that the junction between these two groups is other than conformable and unfaulted, with the differences in structural complexity occasioned by their differences in competence. The Eocene limestone is separated from the Trias of region 4 by the vertical Galera fault (Fig. 12).

### 3C. Alama.

The third region flanking the main uplift has some resemblance to the second just described, but there are major differences of structural style. On the eastern margin it is separated from the Galera anticline by a N-S high angle fault, to the north it is separated from the Bernia ridge by an E-W fault similar to that mentioned in (b) above, and to the south it is separated from the Trias by a continuation of the Galera fault.

The sequence of strata is also similar to (b). The lowest formations are the massive limestones (CL), to be seen in the impressive escarpments of Alama. They are followed, at the top of the escarpments, by thinly bedded limestones (CLb), the marl-limestone facies (Cm and CmL), and the Eocene limestone (EL) in conformable sequence, the latter as a partly scree covered outcrop at the base of the

main Bernia ridge. All these formations are arranged along the upper part of the mountainside in near horizontal layers, but lower down towards the south, the higher units (particularly CLb and Cm) bend over in a great monoclinial fold, with the incompetent marls corrugated into numerous minor folds (Fig. 11). The effect of relative competence and incompetence is well shown by figures 8, 9 and 10, in which the more massive limestone (CmL) within the marl facies can be seen to be moderately flexed compared with the severe folding in the latter. Considerable tectonic thinning and thickening will also be noticed in this facies (Cm), with minor folds rapidly changing character both laterally and vertically. There is one consistent anticline however, which can be traced all the way along the flank of the mountainside, and brings the bedded limestone (CLb) to outcrop again (Figs. 8 & 9). It will also be noticed that, unlike the structures around the Galera anticline, the minor structures are all aligned parallel to main structural line and have very little plunge (Fig. 8). There has been considerable "unsticking" along the west facing limb of the monocline, particularly where the bedded limestones ride downwards across the horizontal beds of massive limestone (Figs. 10 & 11), which will be recognized as a continuation of the slide surrounding the nose of the Galera anticline, and there is a sense of rotation of axial planes as one moves down the mountainside.

The explanation is the same as that offered for 3b above, and it is suggested that vertical uplift along the Bernia line has tipped the rocks of the main ridge to vertical, and caused the largely incompetent rocks of the Alama region to cascade downwards to the south giving rise to what are essentially gravity structures.

### 4. The triassic rocks south and S. S. W. of the Bernia line

This is a large area, more than 5 km across, extending to the S. W. over the whole of the Algar valley. Only that part adjacent to the Bernia uplift has been closely examined, although the whole outcrop belongs to the same pattern of events. It has already been noted that these Triassic rocks are mostly gypsiferous "red marls" of extreme incompetence and chaotic structure, but that there are occasional thin bedded limestones which do reveal some structure, although exposure is poor and so



far there is not enough data for a proper structural analysis. The junction between the Trias and the rocks of the Bernia line is invariably a vertical fault and not the thrust shown by Rios et al (1958). It is well exposed along the line of the main coast road (Fig. 13) and at the entrance to one of the railway tunnels (Fig. 12) where is seen to be a double fault with a 100 metre wide slice of Miocene sandwiched between Eocene limestone to the north and Trias to the south. A crack in the tunnel coincident with the main fault is worth noting. The best Trias exposu-

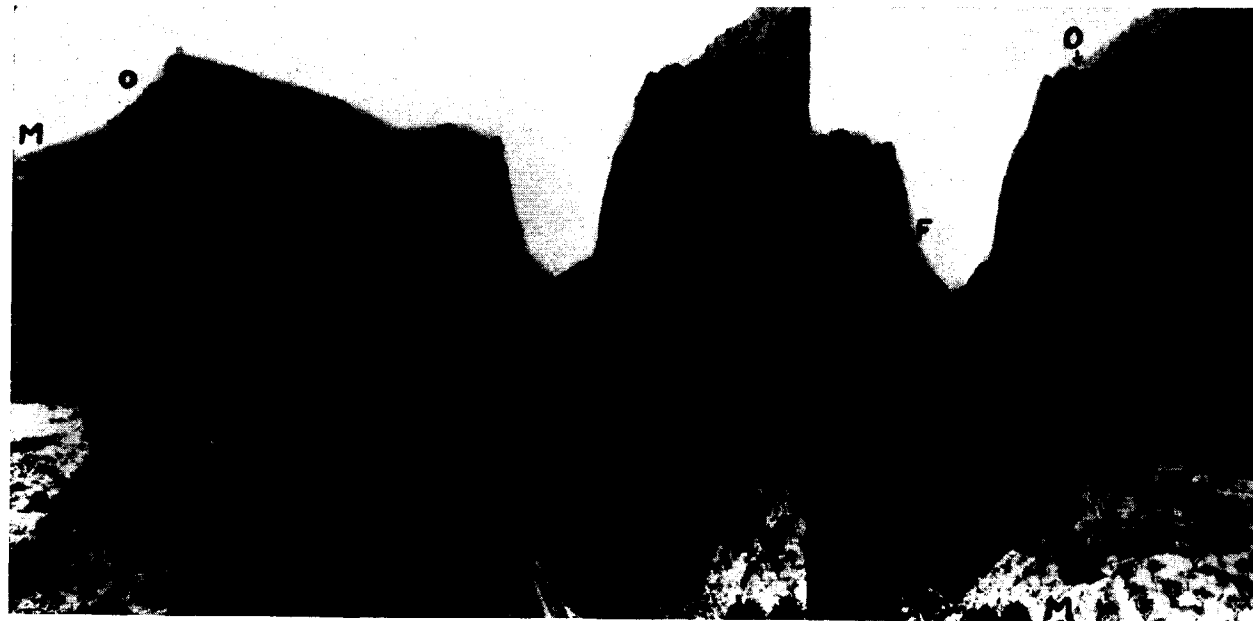


Plate 5

Stereopair of the Mascarat Gorge from the north (212569) showing the ridge of Oligocene limestone and Miocene marls in the foreground.

El Castillo shown on figure 3 can be seen to the left the photograph.  
M=Miocene, O=Oligocene, F=Fault.

res are also in these two areas and the structural measurements, although widely spread, could be interpreted as two entirely different orientations of folding. These are W. N. W., following the Bernia trend, and north-south parallel to the line from Cala de Mascarat to Olta. Other reasonable exposures are near Altea la Vieja (175543) and along the road to Callosa, although the latter is outside the area examined. Fold styles in most of the larger exposures include open recumbent folds, upright folds tight folds with low plunge and folds with vertical plunge.

tary to the W. N. W. set have N-S trends and also result in diapiric rise of the Trias, but are less important than the W. N. W. structures in this particular region.

It is noteworthy that whilst the Bernia line has been superimposed across pre-existing E. N. E. structures, there is little evidence for the latter in the minor folds that have been measured, the reason probably being the open relatively gentle nature of these earlier folds, compared to the severity of the later episode, for example compare the open

## IV. CONCLUSIONS

The W. N. W. complex fold trends of the Bernia line are parallel both to the elongation of the major Trias outcrop of the Algar (Fig. 1) and to trends of actual and theoretical wrench faults associated with E. N. E. folds. The evidence presented suggests that all these features are related to each other and that the Bernia uplift has been in response to diapiric rise of gypsiferous Trias along wrench zones in a pre-Trias basement. Wrench faults complemen-

Sierra Helada-Cortina syncline south-west of the Algar valley with the Bernia structures (Rios et al, 1958).

Moving from the general situation to detail, it is apparent that the Bernia line is sufficiently complex to present a number of anomalies. The Triassic rocks are extremely variable in structural orientation (Fig. 13) and although there are indications of both W. N. W. and N. fold plunge the amount of data is not statistically significant. The Cretaceous of Galera also provides a variety of plunge and dip orientations which at first sight conflicts with the overall impression of a W. N. W. trend. It is possible to fit plunge and bedding values for this region to small circles when they are plotted on to Wulff nets (note that figure 7 inset is an equal area net), and consequently to theorize that two phases of folding are indicated by the plunges whereas conical folding is indicated by the bedding, but the "fits" are not perfect, and an alternative hypothesis of gravity sliding is favoured here. The suggestion is that the diapiric uplift was at its greatest magnitude from Galera to Alama, and was responsible for the Galera anticline and its westerly extension, the Alama monocline. The soft marl facies of the higher Cretaceous is believed to have slumped down from the rising anticline to give:

(i) The complex but uniformly oriented structures of Alama (Fig. 8) where the slides affected the limb of the monocline only and:

(ii) The highly variable orientations of Galera where the marls slid down both flanks and across the nose of the anticline (Fig. 7).

It is also reasonable to suppose that at the same time the Oligocene limestones of the main ridge, forming the northern flank of the uplift, would have been tipped to the vertical.

There are other details of structure which are no less interesting than these major features. Particularly important is the direct relation between the competence of the rock and the degree of deformation it has suffered. The gypsiferous Triassic "marls" are the most severely affected, as would be expected, but a more useful comparison is between adjacent competent and incompetent rock units. This is extremely well shown on figures 7, 8 and 11 where marl facies and marl limestone alternations can be seen to be folded in a much more complex way than massive limestones.

A final summary is now necessary on the dating of the structures. The earliest indication of the Al-

pine movements is the unconformity separating Eocene from Oligocene, but this is of mild proportions, and cannot be demonstrated in the Bernia region. The completion of the main episode of earth movements is undoubtedly post middle-Miocene, rocks up to this age being strongly involved in the folding, whilst Rios et al (1958) show Vindobonian strata to be strongly unconformable on older formations, suggesting that the main episode was very nearly complete by this time. There are, however, other considerations, enumerated below, which have a bearing on the time sequence.

(i) The Bernia uplift, transgressing the E. N. E. folds, appears to be the later of the two, yet both seem to be of a similar late Miocene date.

(ii) Lower Miocene rocks (not absolutely confirmed faunally as yet) occur as faulted sections astride the Bernia line at Mascarat (207548 and Figures 12 & 13) and in spite of being marl facies are not strongly deformed (compare with the deformation of the adjacent Eocene of figure 4).

(iii) There are small Oligocene-Miocene and intra lower Miocene un-conformities in the Barranco Salado (208565) which progressively overstep towards the Bernia line.

(iv) Lower Quaternary limestone and gravel are tilted 25° away from the Bernia line at Barra de la Galera (Fig. 13).

(v) The main ridges throughout this region are sliced though by impressive antecedent gorges (Fig. 2 and Plate 5).

Two interpretations of these observations are immediately obvious, probably with elements of truth in both. First the small degree of deformation of Miocene rocks despite their involvement in the main tectonic events may be a result of their position near the top of the tectonic pile. Second, the observations in general may mean progressive earth movements, first noticeable in pre-Oligocene times, reaching a climax towards the end of the Oligocene. Relatively insignificant post Miocene movements are envisaged, although it seems certain that there has been continued diapiric rise of the Trias, coupled with a general isostatic uplift which has resulted in the tilting of recent gravels, and the erosion of antecedent gorges.



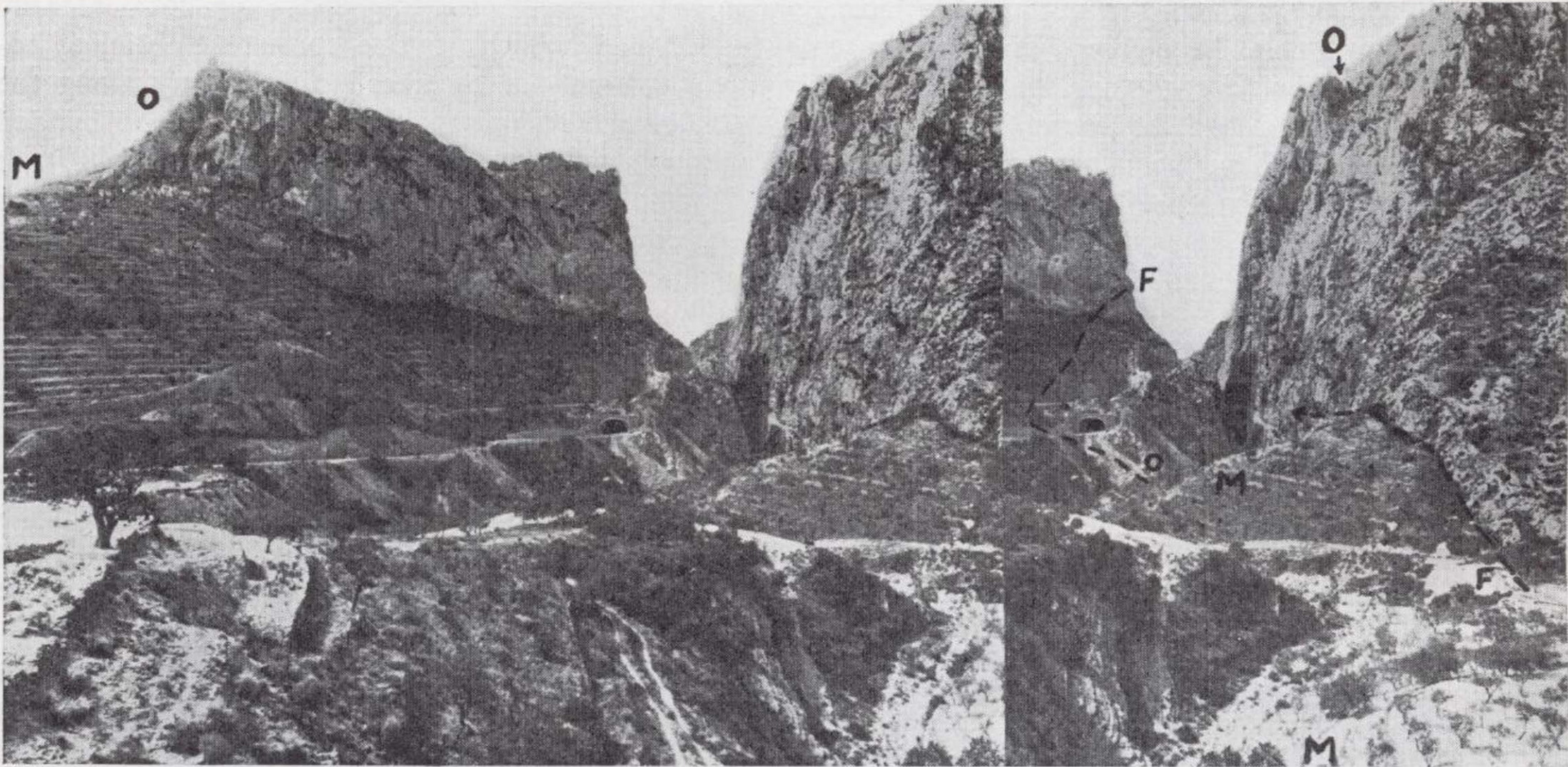


Plate 5

Stereopair of the Mascarat Gorge from the north (212569) showing the ridge of Oligocene limestone and Miocene marls in the foreground.

El Castillo shown on figure 3 can be seen to the left the photograph.

M=Miocene, O=Oligocene, F=Fault.



## V. REFERENCES

- DARDER, B.: *Estudio geológico del sur de la provincia de Valencia y norte de la de Alicante*. "Bol. Inst. Geol. y Min. de España, 17 (1945).
- FALLOT, P.: *Les Cordillères bétiques*. "Est. Geol". 8 83-172 (1948).
- HARRISON, J. V., and FALCON, N. L.: *Gravity collapse tructures and mountain ranges as exemplified in south-western Iran*. "Q. Jl. Geol". Soc., 92, 91-102 (1936).
- MOSELEY, F.: *Plateau calcrete, calcreted gravels, cemented dunes and related deposits of the Malleg-Bomba region of Libya*. "Zeitschrift für. Geomorphologie". 9, 166-185 (1965).
- MOSELEY, F.: *Conical folding and fracture patterns in the Pre-Betic of S. E. Spain*. "Geol. J.", 6, 97-104 (1968).
- RÍOS, J. M., NAVARRO, A., TRIGUEROS, E. and VILLALÓN, C.: *Mapa geológico de España (1:50.000)*. Explicación de la hoja N.º 822, Benisa 106 (1961).
- RÍOS, J. M., VILLALÓN, C., TRIGUEROS, E. and NAVARRO, A.: *Mapa geológico de España (1:50.000)*. Explicación de la hoja N.º 848, Altea 98 (1958).
- VAN DER FLIERT, R.: *Tectonique d'écoulement et Trias diapir au Chetaaba sud-ouest de Constantine (Algérie)*. "Cong. Géol. Internat." 3, 63-80 (1953).

Recibido: Julio de 1982.

## Estudio de concentración de los caolines de la mina "María José" (\*)

Por J. M.<sup>a</sup> FERNANDEZ BECERRIL (\*\*) y R. ALVÁREZ RODRIGUEZ (\*\*\*)

## RESUMEN

La necesidad de disponer de caolines de alta calidad para su utilización en determinadas industrias, principalmente en las de fabricación de papel, y la falta de producción nacional de estas calidades, obliga a efectuar su importación con el consiguiente quebranto económico que ello representa para la economía del país.

Para hacer frente a esta situación, atribuible, en muchos casos, más que a la calidad de los yacimientos al deficiente sistema de lavado empleado, muchas empresas se están interesando en el estudio de sus caolines para tratar de mejorar las calidades y establecer los sistemas de tratamiento más convenientes a emplear.

Un ejemplo de ello lo constituye el trabajo que presentamos y que ha sido efectuado en el Departamento de Preparación de Minerales del Instituto Geológico y Minero de España, sobre los caolines de la sociedad "CAOBAR" el cual ha puesto de manifiesto la posibilidad de obtener, mediante un proceso de hidrociclado, caolines de alta calidad.

## ABSTRACT

The necessity to provide kaolins of higher quality to be used in some industries, chiefly in paper-manufacturing and the lack of national production in this field, forces to buy foreign kaolins with the consequent disadvantage for the economy of the country.

The cause of this situation, in some cases, does not depend on the kind of the deposits but on the system used for their washing, for this reason, many firms are interested in studying their kaolins to obtain better qualities and to establish a more convenient way of treating their minerals.

An example of this, is the study made in the Department of Mineral Processing of the Instituto Geológico y Minero de España, on the kaolins of the CAOBAR firm, which report, presented here, indicate the possibility to get a high quality of kaolin by a hydrocyclone process.

## OBJETO DEL TRABAJO

El objeto de este trabajo es el de estudiar la concentración de los caolines de la mina María José sita en Poveda de la Sierra (Guadalajara), mediante procedimientos de hidrociclado, efectuando ensayos con diversos tipos de ciclones y determinan-

do en cada ensayo la cantidad y calidad del producto obtenido (granulometría, blancura, análisis químico).

También se estudia la calidad de las arenas comprendidas entre 0,125 y 1,00 milímetros para conocer sus posibilidades de comercialización.

## LA MUESTRA

La muestra sobre la que se ha efectuado el estudio, pesaba en conjunto 205,5 kilogramos y venia envasada en seis sacos de plástico, con las denominaciones P-1A, P-1B, P-2A, P-2B, P-3A y

(\*) De la Sociedad Caobar..

(\*\*) Doctor Ingeniero de Minas, Jefe del Departamento de Preparación de Minerales del Instituto Geológico y Minero de España.

(\*\*\*) Doctor Ingeniero de Minas del mismo Departamento.



P-3B. Para el estudio de concentración se mezclan todos los sacos y se hace una muestra única.

La muestra venía con una humedad del 6,5 por 100, tiene color blanco y aspecto arenoso.

ANÁLISIS QUÍMICO DE LA MUESTRA

El análisis químico de una muestra media, tomada de la muestra recibida, da los siguientes resultados:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	8,02 %
SiO <sub>2</sub> ... ..	88,69 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	0,11 %
TiO <sub>2</sub> ... ..	indicios
CaO ... ..	no se aprecia
MgO ... ..	no se aprecia
K <sub>2</sub> O ... ..	0,65 %
Na <sub>2</sub> O ... ..	0,24 %
SO <sub>3</sub> ... ..	no se aprecia
Pérdida por calcinación ...	2,29 %

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA MUESTRA

Con el fin de conocer la granulometría de la muestra y la proporción de finos (—0,062 milímetros), se realiza un análisis granulométrico en húmedo, sometiendo previamente el mineral a un proceso de disgregación en agua y utilizando tamices de norma A.S.T.M., sobre 50 kilogramos de muestra. Los resultados obtenidos son:

Tamaño mm.	Peso %	Peso acumulado %
+25,4	4,46	4,46
+12,7	2,09	6,55
+ 6,35	0,27	6,82
+ 4,00	0,05	6,87
+ 2,00	9,83	16,70
+ 1,00	17,03	33,73
+ 0,50	19,84	53,57
+ 0,25	14,60	68,17
+ 0,125	9,35	77,52
+ 0,062	4,50	82,02
— 0,062	17,98	100,00

El tamaño máximo de los elementos que componen la muestra es de 80 milímetros.

De este análisis se deduce la existencia de un 17,98

por 100 en peso de tamaños inferiores a 0,062 milímetros (fracción de arcillas) que es donde se encontrará el caolín de la muestra.

ENSAYOS DE CONCENTRACIÓN

Los ensayos de concentración se han efectuado de una forma lo más semejante posible, dentro de la escala de laboratorio, a una concentración industrial.

Se han efectuado tres fases sucesivas de concentración:

- 1.<sup>a</sup> Tratamiento en hidrociclón de 75 milímetros de diámetro (interno).
- 2.<sup>a</sup> Tratamiento en hidrociclón de 20 milímetros de diámetro (interno).
- 3.<sup>a</sup> Tratamiento en hidrociclón de 10 milímetros de diámetro (interno).

Esta concentración escalonada tiene por objeto el conocer la mejora que, en la calidad del caolín, produce cada nuevo tratamiento con hidrociclones de diámetro menor, y poder aportar unos datos que, unidos a un estudio económico, permitan decidir el punto hasta donde se debe llegar en la concentración para obtener los mejores resultados económicos.

La determinación de la calidad del caolín en cada fase del tratamiento se efectúa con arreglo a cuatro factores:

- Análisis químico.
- Granulometría.
- Índices de Blancura y Amarilleamiento en frío.
- Índices de Blancura y Amarilleamiento previa calcinación a 900° C.

— En el análisis químico, que se determina completo, son factores de primordial interés el contenido en alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) que debe estar comprendido entre 37 y 39 por 100 para caolines de buena calidad y el contenido en óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) que debe ser el menor posible, ya que suele ser el responsable de la falta de blancura en frío, y cuyo efecto se acentúa al calcinar el caolín. (Punto interesante en aplicaciones cerámicas.)

— La granulometría del caolín es otro importante factor, considerándose sobre todo la proporción de tamaños inferiores a 2 y 5 micras, que dan una idea de la finura del producto. La determinación de estas granulometrías se ha efectuado por el método de la "Pipeta de Andreasen". La fracción de par-

tículas mayores de 12 micras, se ha efectuado por elutriación en un aparato Cyclosizer.

— La determinación de los índices de blancura y amarilleamiento en frío, es de primordial importancia, para las aplicaciones del caolín a la fabricación del papel, colorantes, etc., mientras que las determinaciones efectuadas previa calcinación a 900° C, son muy interesantes para las aplicaciones en cerámica de calidad. Las determinaciones se efectúan utilizando un fotómetro de reflectancia difusa ZEISS-ELREPHO.

El Índice de Blancura, según norma T.A.P.P.I., es la reflectancia medida a 458 milimicras de longitud de onda y el Índice de Amarilleamiento es la diferencia de reflectancias medidas a 574 y 458 milimicras de longitud de onda.

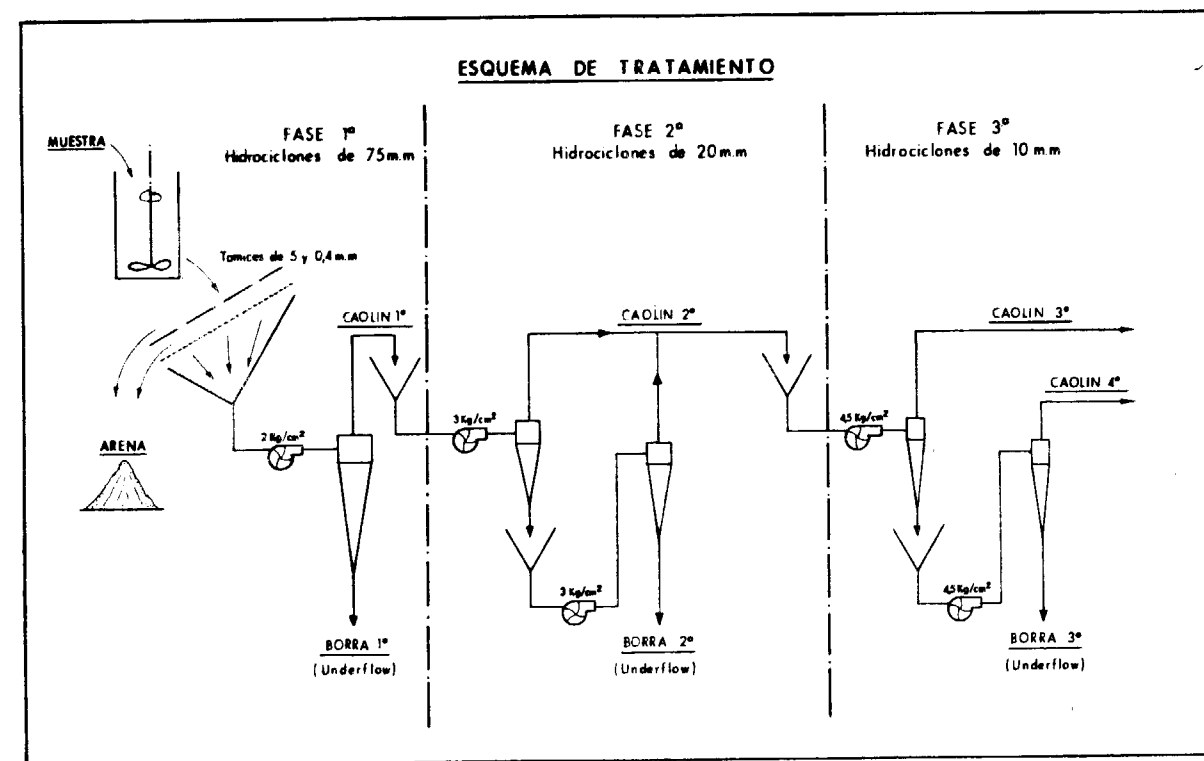
Las fases sucesivas de concentración y los resultados obtenidos son los siguientes:

La muestra (100 kilogramos) se disgrega mediante agitación con agua, para dispersar el caolín contenido.

Después se tamiza, de una forma rápida y sin gran precisión, por un tamiz de 5 milímetros y posteriormente por otro de 0,4 milímetros, obteniéndose un rechazo formado por arenas y una pulpa que será tratada en el hidrociclón.

La pulpa se ajusta a una densidad de sólidos de un 6-7 por 100 en peso y se alimenta a la aspiración de una bomba de arenas que la conduce al hidrociclón con una presión de 2 Kg/cm<sup>2</sup>. El hidrociclón utilizado es de 75 milímetros de diámetro interior, de la casa SOLID-LIQUID SEPARATIONS y con el orificio del apex de 6 milímetros de diámetro.

Se obtienen dos productos: por el vortex sale la



FASE 1.<sup>a</sup>

CONCENTRACIÓN EN HIDROCIKLÓN DE 75 mm.

La marcha seguida está gráficamente representada en el esquema anterior.

fracción concentrada, que denominaremos CAOLIN 1.<sup>o</sup> (over flow) y por el apex la fracción más gruesa, que denominaremos BORRA 1.<sup>a</sup> (under flow).

Los rendimientos en peso de cada uno de los productos son los siguientes:



	Peso %
ARENAS .....	76,77
BORRA 1. <sup>a</sup> .....	9,49
CAOLIN 1. <sup>o</sup> .....	13,74
	100,00

Las características de cada uno de los productos son las siguientes:

**ARENAS**

Se analizan granulométricamente dando el siguiente resultado:

Tamaño mm.	Peso %	Peso acumulado %
+25,4	5,81	5,81
+12,7	2,72	8,53
+ 6,35	0,35	8,88
+ 4,00	0,07	8,95
+ 2,00	12,80	21,75
+ 1,00	22,18	43,93
+ 0,50	25,84	69,77
+ 0,25	18,52	88,29
+ 0,125	8,55	96,84
+ 0,062	2,51	99,35
- 0,062	0,65	100,00

**BORRA 1.<sup>a</sup>**

El análisis granulométrico de este producto da el siguiente resultado:

Tamaño mm.	Peso %	Peso acumulado %
+0,25	4,01	4,01
+0,125	29,36	33,37
+0,062	27,05	60,42
+0,044	11,02	71,44
-0,044	28,56	100,00

**CAOLÍN 1.<sup>o</sup>**

El análisis granulométrico de este producto es el siguiente:

Mayor de 12 micras .....	3,45 %
Menor de 5 micras .....	72,80 %
menor de 2 micras .....	41,21 %

El análisis químico da el siguiente resultado:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	36,60 %
SiO <sub>2</sub> .....	48,54 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,47 %
TiO <sub>2</sub> .....	Indicios
CaO .....	no se aprecia
MgO .....	no se aprecia
K <sub>2</sub> O .....	0,74 %
Na <sub>2</sub> O .....	0,53 %
SO <sub>3</sub> .....	no se aprecia
Pérdida por calcinación ..	13,12 %

Las determinación de los Indices de Blancura y Amarilleamiento dan el siguiente resultado:

	En frío	Previa calcinación a 900 ° C
Indice Blancura (T.A.P.P.I.)	85,5 %	86,0 %
Indice de Amarilleamiento	4,3	5,0

**FASE 2.<sup>a</sup>**

CONCENTRACIÓN EN HIDROCICLONES DE 20 mm.

El CAOLIN 1.<sup>o</sup> obtenido en la fase anterior se bombea con una presión de 3 Kg/cm<sup>2</sup> a un hidrociclón de 20 milímetros de la casa AMBERGER KAOLINWERKE GMBH), obteniéndose un caolín (over flow) y una borra (under flow).

Esta borra, arrastra bastante caolín y se retrata en otro hidrociclón de 20 milímetros obteniéndose la borra (under flow) definitiva, denominada BORRA 2.<sup>o</sup> y un caolín (over flow), que se une al obtenido anteriormente en el primer ciclón de 20 milímetros, para dar el caolín final, que denominaremos CAOLIN 2.<sup>o</sup>

El esquema de este proceso está dado en el esquema de tratamiento general.

Los rendimiento en peso de ambos productos, referidos al todo uno inicial, son lo siguientes:

	Peso %
BORRA 2. <sup>a</sup> .....	4,10
CAOLIN 2. <sup>o</sup> .....	9,64
	13,74

Las características de cada producto son las siguientes:

**BORRA 2.<sup>a</sup>**

El análisis granulométrico de este producto da el siguiente resultado:

Mayor de 12 micras .....	11,23 %
Menor de 5 micras .....	25,55 %
Menor de 2 micras .....	9,43 %

El análisis químico es el siguiente:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	33,15 %
SiO <sub>2</sub> .....	51,30 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,51 %
TiO <sub>2</sub> .....	Indicios
CaO .....	no se aprecia
MgO .....	no se aprecia
K <sub>2</sub> O .....	0,62 %
Na <sub>2</sub> O .....	0,41 %
SO <sub>3</sub> .....	no se aprecia
Pérdida por calcinación ..	14,01 %

Este producto, como se deduce de los análisis tiene las características de un "caolín grueso".

**CAOLÍN 2.<sup>o</sup>**

El análisis granulométrico de este producto es el siguiente:

Menor de 5 micras .....	92,11 %
Menor de 2 micras .....	54,40 %

El análisis químico es el siguiente:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	38,10 %
SiO <sub>2</sub> .....	46,84 %

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,47 %
TiO <sub>2</sub> .....	Indicios
CaO .....	no se aprecia
MgO .....	no se aprecia
K <sub>2</sub> O .....	0,52 %
Na <sub>2</sub> O .....	0,37 %
SO <sub>3</sub> .....	no se aprecia
Pérdida por calcinación ..	13,70 %

Las determinaciones de los Indices de Blancura y Amarilleamiento dan el siguiente resultado:

	En frío	Previa calcinación a 900 ° C
Indice Blancura (T.A.P.P.I.)	85,7 %	86,0 %
Indice de Amarilleamiento	4,1	4,7

**FASE 3.<sup>a</sup>**

CONCENTRACIÓN EN HIDROCICLONES DE 10 mm.

El CAOLIN 2.<sup>o</sup> obtenido en la fase anterior se bombea con una presión de 4,5 Kg/cm<sup>2</sup> a un hidrociclón de 10 milímetros de la casa AMBERGER KAOLINWERKE, GMBH, obteniéndose un caolín (over flow) que denominaremos CAOLIN 3.<sup>o</sup> y una borra (under flow) que se vuelve a tratar en otro hidrociclón de 10 milímetros produciendo la borra (under flow) definitiva, que denominaremos BORRA 3.<sup>a</sup> y un caolín (over flow) que denominaremos CAOLIN 4.<sup>o</sup>

El CAOLIN 3.<sup>o</sup> y el 4.<sup>o</sup> no se unen, para poder estudiarlos por separado.

El esquema de este proceso está dado en el esquema de tratamiento general.

Los rendimientos en peso de los productos obtenidos, referidos al todo-uno inicial, son los siguientes:

	Peso %
BORRA 3. <sup>a</sup> .....	0,86
CAOLIN 4. <sup>o</sup> .....	1,44
CAOLIN 3. <sup>o</sup> .....	7,34
	9,64



Las características de cada producto son las siguientes:

**BORRA 3.<sup>a</sup>**

El análisis granulométrico da el siguiente resultado:

Menor de 5 micras	76,70 %
Menor de 2 micras	30,00 %

El análisis químico es el siguiente:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36,45 %
SiO <sub>2</sub>	47,86 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,51 %
TiO <sub>2</sub>	indicios
CaO	no se aprecia
MgO	no se aprecia
K <sub>2</sub> O	0,57 %
Na <sub>2</sub> O	0,43 %
SO <sub>3</sub>	no se aprecia
Pérdida por calcinación	14,18 %

**CAOLÍN 4.<sup>o</sup>**

Su análisis granulométrico es:

Menor de 5 micras	91,80 %
Menor de 2 micras	53,56 %

y su análisis químico:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	37,90 %
SiO <sub>2</sub>	46,96 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,51 %
TiO <sub>2</sub>	indicios
CaO	no se aprecia
MgO	no se aprecia
K <sub>2</sub> O	0,52 %
Na <sub>2</sub> O	0,40 %
SO <sub>3</sub>	no se aprecia
Pérdida por calcinación	13,71 %

Las determinaciones de los Indices de Blancura y Amarilleamiento dan el siguiente resultado:

	En frío	Previa calcinación a 900 ° C
Indice Blancura (T.A.P.P.I.)	85,7 %	86,1 %
Indice de Amarilleamiento	4,1	4,9

**CAOLÍN 3.<sup>o</sup>**

El análisis granulométrico es el siguiente:

Menor de 5 micras	94,21 %
Menor de 2 micras	57,30 %

y su análisis químico:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38,46 %
SiO <sub>2</sub>	46,48 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,48 %
TiO <sub>2</sub>	indicios
CaO	no se aprecia
MgO	no se aprecia
K <sub>2</sub> O	0,55 %
Na <sub>2</sub> O	0,40 %
SO <sub>3</sub>	no se aprecia
Pérdida por calcinación	13,63 %

Las determinaciones de los Indices de Blancura y Amarilleamiento dan el siguiente resultado:

	En frío	Previa calcinación a 900° C
Indice Blancura (T.A.P.P.I.)	86,0 %	86,2 %
Indice de Amarilleamiento	3,8	4,7

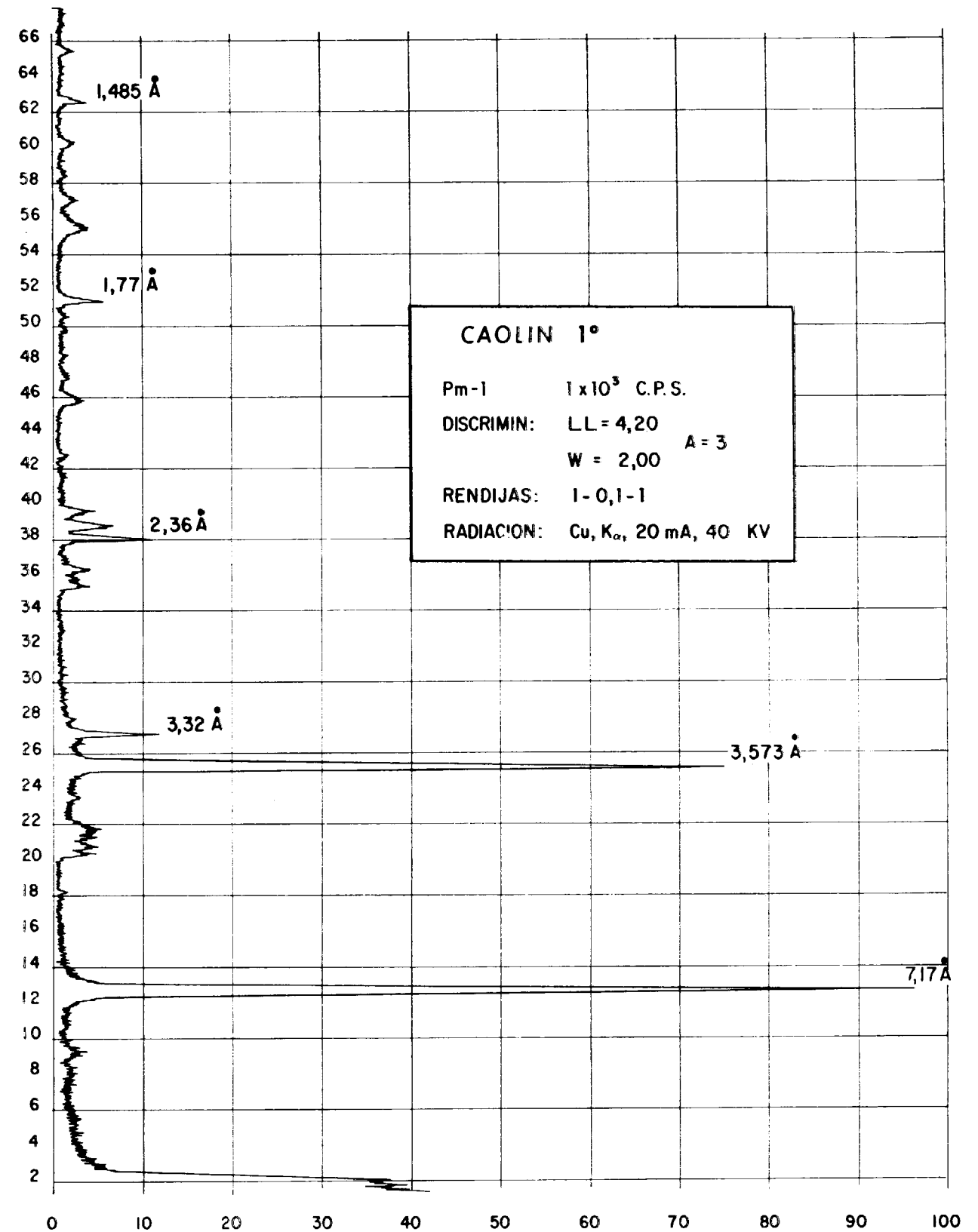
**ESTUDIO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X.**

El estudio por difracción de rayos X efectuado sobre los CAOLINES 1.<sup>o</sup> y 2.<sup>o</sup> en un aparato Philips modelo PW-1050 de 3 kW y radiación Cu, K<sub>α</sub>, muestra, como indican los difractogramas que se acompañan, que el CAOLIN 1.<sup>o</sup> está constituido por caolinita con una ligera proporción de cuarzo y el CAOLIN 2.<sup>o</sup> casi exclusivamente por caolinita con menor proporción de cuarzo que el 1.<sup>o</sup>

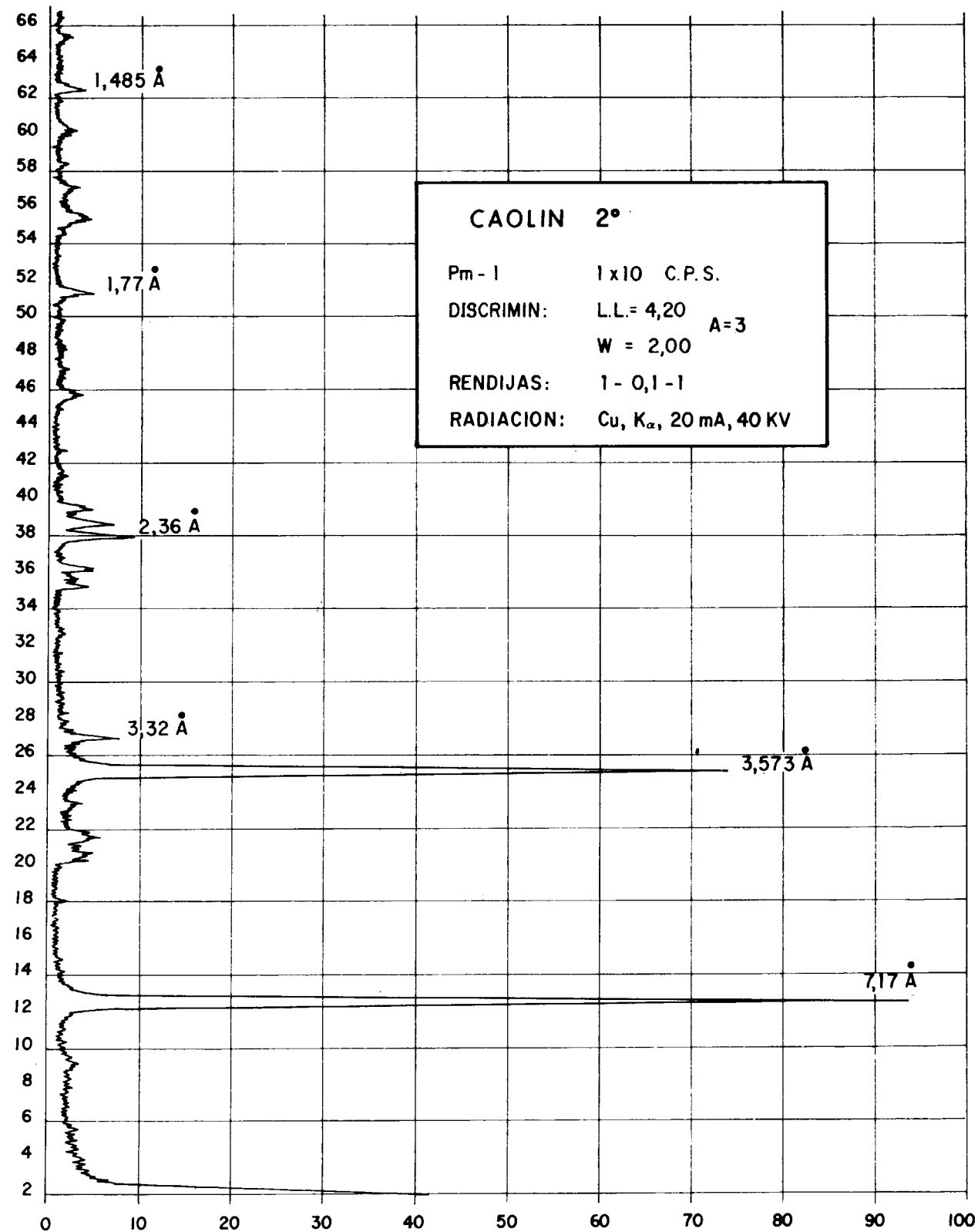
Los CAOLIONES 3.<sup>o</sup> y 4.<sup>o</sup> presentan una composición análoga al CAOLIN 2.<sup>o</sup>

**ESTUDIO AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO.**

El examen al microscopio electrónico con 33.000 aumentos sobre el CAOLIN 3.<sup>o</sup>, muestra, como se aprecia en la fotografía realizada en el Instituto de







Edafología del C.S.I.C., la forma típica de las partículas de caolinita, con su contorno hexagonal.



RESUMEN.

El resumen de los resultados obtenidos en las tres fases de ciclonado efectuadas queda de manifiesto en el siguiente cuadro:

	Tamaño del hidrociclón empleado en su producción mm. s	Peso sobre todo-uno (rendimiento) %	Blancura en frío		Blancura previa calcinación a 900° C		Granulometría %		Análisis Químico % (resumen)	
			I. B (%)	I. A.	I. B (%)	I. A.	< 5 μ	< 2 μ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Caolín 1.º	75	13,74	85,5	4,3	86,0	5,0	72,80	41,21	36,60	0,47
Caolín 2.º	20	9,64	85,7	4,1	86,0	4,7	92,11	54,40	38,10	0,47
Caolín 3.º	10	7,34	86,0	3,8	86,2	4,7	94,21	57,30	38,46	0,48
Caolín 4.º	10	1,44	85,7	4,1	86,1	4,9	91,80	53,56	37,90	0,51

Los difractogramas de rayos X muestran que todos estos caolines están constituidos por caolinita como mineral principal y algo de cuarzo como impureza (menor proporción en el 3).

ANÁLISIS DE LA FRACCIÓN DE ARENA COMERCIAL.

De las arenas obtenidas en el proceso de concentración del caolín, se toma la fracción comprendida entre 0,125 y 1 mm. Su proporción en peso, referido al todo-uno, es del 40,62 % y su análisis químico da el siguiente resultado:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,66 %
SiO <sub>2</sub> .....	98,39 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,03 %
TiO <sub>2</sub> .....	indicios
CaO .....	no se aprecia
MgO .....	no se aprecia
K <sub>2</sub> O .....	0,22 %
Na <sub>2</sub> O .....	0,04 %
SO <sub>3</sub> .....	no se aprecia
Pérdida por calcinación ...	0,66 %

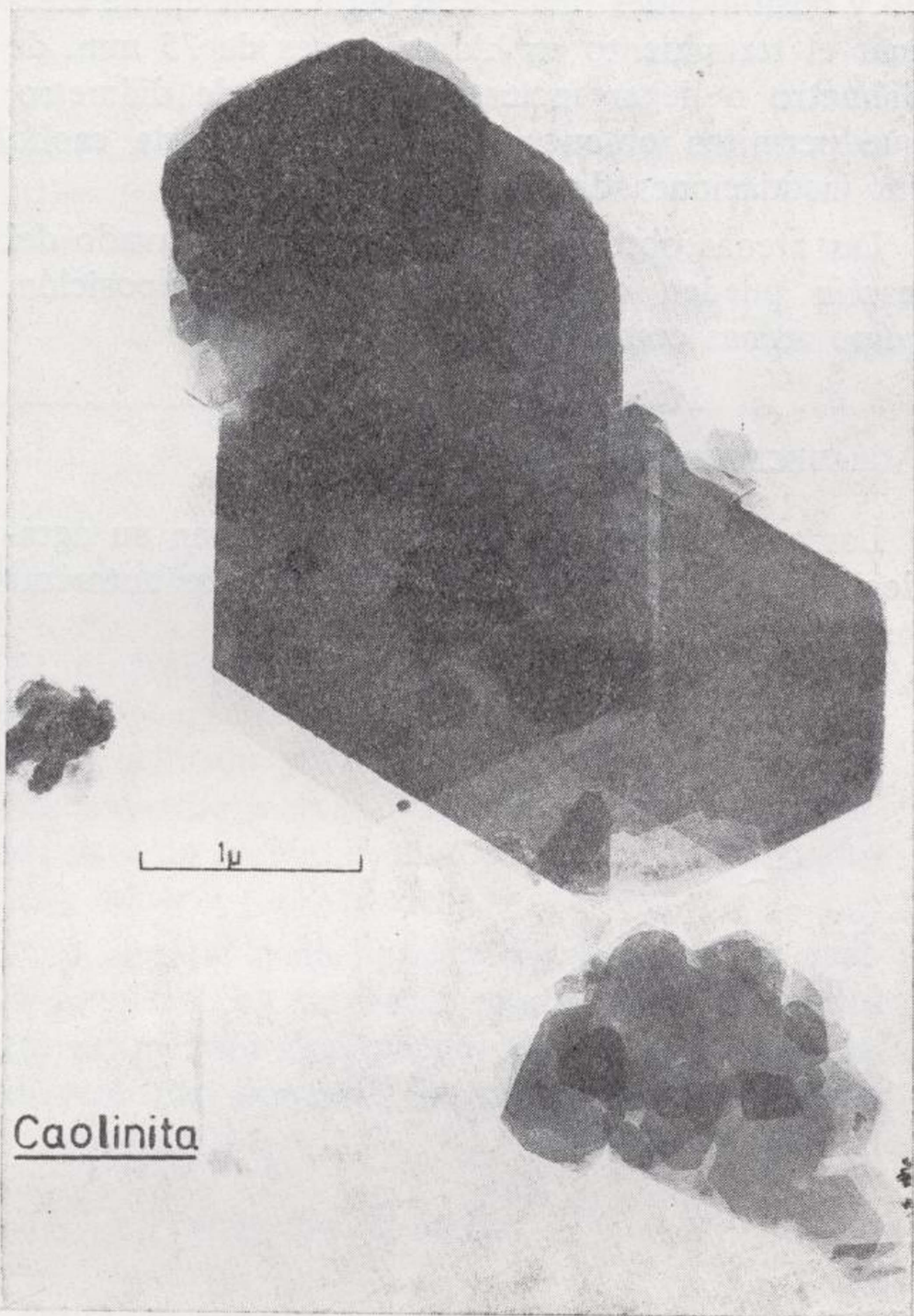
Son, por tanto, unas arenas de buena calidad.

CONCLUSIONES.

Durante el estudio de concentración se han obtenido cuatro calidades de caolín, según los hidrociclones empleados en el tratamiento (ver esquema general del proceso) cuyas características resumidas son las consignadas en el cuadro anteriormente expuesto.

A la vista de los resultados del estudio se deduce que al tratar el producto sucesivamente con ciclones de menor diámetro, no se obtiene prácticamente otra mejora de calidad, que la que se refiere a la granulometría y el análisis químico (principalmente el contenido en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), ya que la blancura permanece prácticamente constante, pues el Índice de Blancura T.A.P.P.I. pasa de 85,5 % al 86,0 %.





Caolinita



Sin embargo se produce una baja notable en el rendimiento, pues mientras el CAOLIN 1.º representa el 13,74 % del todo-uno el CAOLIN 2.º sólo es ya el 9,64 % y el CAOLIN 3.º el 7,34 % (aunque en este último tratamiento se recupera un 1,44 % más, como CAOLIN 4.º). Hay que tener en cuenta que en un proceso industrial las "BORRAS" se podrían recircular en parte.

Este comportamiento es debido a que el todo-uno está constituido fundamentalmente por granos de cuarzo y caolinita con una diferenciación grande de granulometrías que hacen que éstos no se solapen en gran extensión, facilitando de esta manera su separación.

Debido a que cuanto menor diámetro tengan los hidrociclones, menor es su capacidad y mayor el costo de tratamiento, "a priori", y sin conocer los

datos de reservas del yacimiento, facilidad de laboreo, facilidad de transporte, posible capacidad de tratamiento de la planta, condiciones de mercado y posibilidades financieras sería aconsejable efectuar el tratamiento en hidrociclones de 75 mm. de diámetro o llegar incluso a 40 mm. de diámetro, que permiten obtener buenas calidades de caolín sin instalaciones demasiado complejas.

Las arenas obtenidas en el proceso de lavado del caolín pueden considerarse por su composición, como arenas comerciales.

#### AGRADECIMIENTO.

Los autores de este trabajo manifiestan su agradecimiento a la empresa "CAOBAR" por autorizar su publicación.

Recibido: mayo del 73.

## Mercado del mineral de hierro

IGME. DIVISION DE MINERIA

#### INTRODUCCIÓN.

El mineral del hierro, es uno de los minerales básicos en el desarrollo de cualquier país del mundo. Esta es la razón por la que el conocimiento de las condiciones de mercado de este mineral son de interés para un amplio grupo de sectores relacionados con la minería y la industria.

Para el total conocimiento del mercado de cualquier mineral, es necesario estudiar todos aquellos factores que van a afectar en algún modo la comercialización del mineral y la formación de su precio.

#### TIPOS DE CONTRATOS DE VENTA.

Tradicionalmente, la venta de mineral de hierro era objeto, cada año, de negociaciones entre comprador y vendedor que fijaban las cantidades vendidas y a qué precios para el año siguiente. Posteriormente las nuevas sociedades fueron creando una serie de contratos válidos para períodos de tiempo superiores a un año.

Por otra parte, y con el fin de obtener los capitales necesarios, para cubrir las inversiones que exigen las aperturas de nuevas minas, los propietarios han tenido que garantizar que tenían ventas aseguradas para un período de tiempo mayor que el necesario para sobrepasar el "umbral de rentabilidad" de la nueva mina.

Estos contratos a largo plazo, que son una garantía para las inversiones realizadas, algunas de las cuales no han sido cubiertas por completo hasta períodos de cuarenta años, pueden fijar un período de validez de muchos años.

Este tipo de contratos a largo plazo no debe ser confundido con los contratos también llamados "a

largo plazo" y que cubren períodos de más de dos o tres años.

Los contratos a largo plazo de tipo más corriente fijan una cantidad anual determinada y prevén un ligero margen anual en favor del comprador. El precio indicado en el contrato es o bien un precio fijo o bien un precio de base que puede variar de un año a otro de acuerdo con una fórmula convenida. En este caso, el precio puede estar ligado a ciertos costes de extracción y de entrega (el precio correspondiente al coste efectivo, aumentando en un cierto porcentaje), o estar ligado al precio de otros minerales.

Existen también contratos a largo plazo en los que no se indican las cantidades que van a ser entregadas y el precio es negociado generalmente cada año.

En general, las minas que han sido puestas en marcha a lo largo de los cinco a diez años últimos no pueden introducir sus minerales en el mercado, ya que deben cumplir con los contratos a largo plazo que cubrían las inversiones de la apertura de las minas. Transcurrido este período, generalmente conciertan contratos anuales, lo cual les permite seguir las fructuaciones del mercado con una mayor flexibilidad.

Muy raras son las minas que en la actualidad solamente producen ventas ocasionales o "ventas sobre el disponible". Por lo general estas ventas vienen a completar los tonelajes ya fijados o son ventas marginales realizadas con el fin de lanzar su mineral a un cierto mercado o para dar a conocer una nueva calidad de mineral.

Es necesario destacar que un gran porcentaje del mineral exportado no es objeto de libre comercio ya que una gran cantidad de las exportaciones actuales provienen de minas que pertenecen, o son con-



troladas por siderurgias situadas muy a menudo fuera de las fronteras del país consumidor.

EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PRECIO DE UN MINERAL DE HIERRO.

Los precios del mineral de hierro se establecen para un porcentaje determinado de hierro en el mineral (contenido base en Fe) y una escala móvil que está prevista para cubrir todas las desviaciones con relación a este contenido de base. Esto es lo que se llama "precio de base". El contenido en Fe puede ser definido bien por el mineral en estado natural, bien para el mineral una vez desprovisto de su humedad (seco). El contenido de base en Fe mencionado anteriormente, puede corresponder o bien al verdadero contenido en Fe de mineral en cuestión, o bien un contenido Fe convencional, el 60 por 100 por ejemplo.

Puede establecerse un baremo por unidad de Fe dividiendo el precio de base por el contenido de base, o si no fijarlo a un nivel superior, lo cual constituye una ventaja cuando el contenido en Fe es más elevado que el de la base y una desventaja cuando el contenido no alcanza al de base.

El precio de compra de un mineral de Fe varía como ha podido comprobarse según el contenido real en Fe que posea el mineral. A esta forma en que los precios son función del contenido se les denomina generalmente "precio efectivo".

A modo de aclaración algunos de los puntos tratados en el texto anterior, son tratados en el ejemplo siguiente, en el cual el mineral es tomado en su estado natural.

Ejemplo	Dólares
Un mineral de contenido "x" es vendido a un precio base de ...	8 f.o.b. tm.
para un contenido de base en hierro bruto del 60 por 100.	
Este precio es aumentado o reducido 0,30 \$ cada vez que el contenido en Fe sea superior o inferior al 1 por 100 sobre el contenido de base; para las fracciones de menos del 1 por 100 se aplica la regla de las proporciones.	
a) Para un mineral que contenga 58,5 por 100 de hierro bruto, la deducción será de 0,30 \$ x 1,5 ...	0,45
y el precio será ...	7,55 f.o.b.

Ejemplo	Dólares
Con unas tasas de flete de ...	2,00
El precio completo sería ...	9,55 c.i.f.
b) Para un mineral que contenga 62,5 por 100 de hierro bruto, el aumento sería de 0,30 \$ x 2,5 ...	0,75
y el precio será ...	8,75 f.o.b.
Con unas tasas de flete de ...	2,00
El precio total sería ...	10,75 c.i.f.

De esta misma forma pueden aplicarse los baremos para el resto de los elementos del mineral.

Un porcentaje dado del elemento dado es tomado como base, y un baremo similar al descrito para el hierro está previsto para las desviaciones sobre los contenidos.

Estos elementos a los que se alude en el párrafo anterior pueden ser: P, Mn, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc. En algunos casos se utilizan baremos que tienen en cuenta las variaciones de las propiedades físicas del mineral.

PRECIOS EN EL MERCADO.

El apartado de precios es uno de los más complejos, ya que están en función de una serie de factores externos que es preciso determinar en cada caso.

En nuestro caso concreto y en lo referente al mineral de hierro es necesario reseñar que si bien las especificaciones de este mineral son muchas y muy variadas, podría decirse que tantas como minas existen en los diferentes países, únicamente serán objeto de estudio aquéllas que son cotizadas en algún mercado internacional de minerales y metales, ya que el resto de ellas funciona únicamente bajo acuerdo o contrato directo comprador-vendedor y sus condiciones varían constantemente.

a) Mercado Internacional. USA.

La Bolsa de Nueva York es el único mercado en el que se cotizan los minerales de hierro, y dentro de estos minerales sólo son objeto de una comercialización a escala de mercado internacional los que provienen de la región del Lago Superior en USA.

Las condiciones en que se realizan las transacciones de estos minerales son fijas y sometidas a revisiones periódicas, la última de las cuales es efectiva desde 12-12-72.

El precio del mineral está sometido a una serie de factores que lo caracterizan:

- en cuanto a contenido la base internacional para fijar el precio del mineral, es del 51,5 por 100 de Fe contenido en el mineral de hierro en su forma natural;
- en cuanto a las características de su entrega, se fija el precio F.O.B. en la parte más baja del largo, es decir, al nivel más próximo al del mar;
- en cuanto a su granulometría recibe un premio o una penalización dependiendo del tamaño, ya que en función de éste, el mineral puede ser sometido a diferentes procesos que permitan su empleo en diversas aplicaciones.

Se dan a continuación los precios del mineral de hierro tal como figuran en la Bolsa de Nueva York y su conversión en pesetas por unidad métrica.

Mineral de hierro	Unidad	Precio ptas.
Menas del Lago Superior puestas en los puertos más bajos del lago (F.O.B. Lago).		
Bessemer:		
• Mesabi 51,5 por 100 Fe, máx. 0,045 P, máx. 8,9 por 100 SiO <sub>2</sub> , máx. 5,9 por 100 humedad ...	tm.	649,08
• Old range ...	tm.	663,42

Importados	Calidad Granulométrica	% Fe	PRECIOS PTAS.	
			F.O.B.	C.I.F.
<b>Cribados.</b>				
Librería-Romi-Hills ...	6,35-31,7 m	60	647	910
Brasil	C. V. D. R. ...	64	539	962
	Muller ...	64	589	1.045
	P. Brothers ...	65	650	1.106
Australia-Hamersley ...	6,30 m	64,74	—	870
India-Bellary ...	8-50 m	65	—	891
Sudáfrica-A. Wil-Helmi ...	6,35-31,7 m	65	—	851
Mauritania-F. D. B. ...	8-40 m	66	713	913
Angola C. M. L. ...	8-35 m	63	687	995
<b>Pellets.</b>				
Brasil C. V. D. R. Itabira ...		65,90	910	1.232
Canadá	The Hanna. Carol Lake ...	64,50	1.014	1.301
	P. Mathers. Wabush ...	64,50	990	1.277
Suecia-Malmexport. Kiruna/s ...		60	1.016	1.202

Fuente: Dirección General de Minas.

Mineral de hierro	Unidad	Precio ptas.
Non-Bessemer:		
• Mesabi 51,5 por 100 Fe, máx. 0,180 por 100 P, máx. 8,32 por 100 SiO <sub>2</sub> , máx. 9,7 por 100		
humedad ...	tm.	671,45
Old range ...	tm.	685,78
Gruesos para horno Siemens	tm.	733,37
Sintetizados de taconita ...	tm.	736,81
Módulos de taconita ...	tm.	759,75
Pellets de hierro natural ...	unid. Fe cont. tm.	16,67
El mineral en trozos tiene un premio ...	tm.	60
Los finos tienen una penalización	tm.	33,75

b) Importaciones españolas. Calidades.

Dentro del comercio de minerales que se realiza en España, las transacciones de las menas de hierro son llevadas a cabo directamente entre comprador y vendedor, no existiendo una forma oficial en la que se reflejen los contenidos mínimos o máximos exigidos o tolerados en cada una de las sustancias que forman la mena de hierro.

La Dirección General de Minas ha facilitado la tabla de importaciones correspondientes al año 1972 en las que se detalla el país y la compañía que suministró el mineral de hierro. Como puede verse, en esta tabla no consta más que el contenido en hierro de mineral suministrado por cada compañía y su calidad granulométrica.

La tabla de importaciones se incluye a continuación.



Importados	% Fe	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% P	% S	% Mn	Humedad
<i>Cribados.</i>							
Librería-Romi Hill	64,2	5,1	1,01	0,100	0,112	—	0,80
Brasil-C. V. D. R.	64-67	—	—	0,05	—	—	4
Australia-Hamersley	60,7-64,5	1,9-3,8	1,3-20,2	0,05-0,12	0,02-0,05	—	—
India-Bellary	55-56	5-6	5-6	0,02-0,06	—	—	—
Sudáfrica A. Wil-Helmi.	61,1-64,3	4,2	—	—	—	0,4	—
Mauritania F. D. B.	67,3	2,0	1-0	0,080	0,010	—	0,45
Angola C. M. L.	64-66	3-5	1-2	0,04-0,05	0,03-0,04	—	—
<i>Pellets.</i>							
Brasil C. V. D. R.	65,90	0,8-4,1	4,6-6,1	0,06-0,11	—	—	6
Canadá P. Mathers	64,28	2,79	0,27	0,008	0,003	0,05	2,39
The Hanna	64,61	4,12	0,20	0,013	0,002	0,29	2,71
Suecia-Melmexport	59,8	4,58	0,83	1,50	0,045	0,09	—

Para determinar de una manera más precisa las calidades del mineral de hierro que se importa en España, se ha recurrido a las publicaciones de las Naciones Unidas en las que aparecen las producciones de este mineral por países y por compañías, y dentro de cada compañía se detallan las especificaciones y clases de minerales que cada una de ellas comercializa.

Así pues, tomando como base un rango aproximado del porcentaje de hierro de los minerales que actualmente se importan en España, se han determinado los contenidos en otras sustancias minerales que forman parte de las menas de hierro que se especifican en el cuadro anterior.

Recibido: junio 1973.

## Resultados del estudio geofísico, por el método magnético, de una cuadrícula situada en El Toril, Azuaga (Badajoz)

Por F. ESTEBAN SATISTEBAN (\*)

### RESUMEN

Dentro del programa de investigación de plomo y zinc que realiza el Instituto Geológico y Minero de España, en la zona de Azuaga-Fuenteovejuna se da información de los resultados obtenidos al estudiar geofísicamente una pequeña cuadrícula. Los resultados de dos sondeos mecánicos realizados como consecuencia de este estudio son también comentados.

### ABSTRACT

The Instituto Geológico y Minero de España is working at any large area between Azuaga and Fuenteovejuna in Spain S. W. This area has been intensely exploited for lead and zinc during many century in extraordinary mines. We comment now the geophysical prospecting made in this area that it is very interesting, and also the coincidence with the result of two drills.

### I. PREÁMBULO.

Presentamos en este breve trabajo los resultados que obtuvimos durante la prospección de una pequeña cuadrícula que se ha estudiado por el método magnético en las proximidades de Azuaga (Badajoz). No nos lleva este trabajo a grandes conclusiones, precisamente por su breve extensión, pero pone de relieve algunas características que bien pueden servir de punto de partida para estudios semejantes en aquella zona.

Hay algunas, casi nos atreveríamos a llamar, discrepancias tectónicas, planteadas por este trabajo que creo que requieren un mayor y más detenido análisis pero que, según nuestra personal opinión, pueden arrojar nueva luz en un planteamiento como el que aquí se trata. Nos referimos a la denominada falla de Azuaga con la que parecen estar relacionadas algunas mineralizaciones de la zona y de la que hablaremos al final de este trabajo de modo más concreto.

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

Sin embargo los resultados, mirados en su contexto global, permiten abrigar ciertas esperanzas para resolver de modo definido y conciso la presencia de yacimientos de galena y blenda que al principio mencionábamos. No obstante, si pudiéramos en posteriores trabajos, confirmar alguna de las hipótesis más o menos dudosas, que aquí dejaremos plasmadas hoy, creo que la investigación de la zona podría orientarse con algunas directrices que a la postre serían bastante útiles.

El problema de la localización de estos yacimientos, por su disposición genética, es realmente difícil de resolver de modo simplista pero creo que la Geofísica puede modificar la óptica con la que hasta ahora se han visto estos criaderos y, en definitiva, aportar un nuevo concepto, una nueva herramienta de trabajo útil e interesante.

Esta sucinta nota aporta algunas ideas geológicas interesantes que nosotros hemos sintetizado de un informe de la División de Minería de este Centro, describiéndose geológicamente la zona que se investiga. Se da también una referencia de la cua-



drícula que geofísicamente se estudia y, a continuación, se llega a unas conclusiones que consideramos interesantes.

Al final del trabajo presentamos los sondeos mecánicos que ha realizado el IGME y en los que se puede ver la concordancia que hay entre las previsiones de este estudio y los resultados a que se ha llegado.

## II. SUCINTA DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA.

Queda encuadrado el presente estudio en la zona de El Toril próximo a la ciudad de Azuaga. Es una zona de suave topografía y casi toda ella está recubierta de chaparros y encinas las cuales dan al paisaje un aspecto agradable dentro de las extensas llanuras que rodean esta región. Se accede a la zona de trabajo por una carretera que enlaza Azuaga con la Cardenchoa, Al S. E. de Azuaga.

La cuadrícula que se ha estudiado en el presente trabajo queda enclavada en pleno dominio de la formación blastomilonítica que, desde Azuaga hasta Piconcillo, corre al Norte de la falla de Azuaga. En esta banda cambian notablemente las características litológicas distinguiéndose en una primera fase de este estudio dos tramos, el tramo de Arroyo Argañón y el tramo de Las Mesas.

Todo nuestro trabajo queda enclavado dentro del primer tramo mencionado por lo cual describiremos con algún detalle más los materiales que lo constituyen.

En general, se presenta un carácter migmatítico que se atenúa lateralmente. Donde la migmatización no es muy acentuada los elementos constitutivos son esencialmente gneis ocelares cataclásticos que se milonitizan de modo natural en el borde de la falla de Azuaga, la cual queda unos 300 metros al Sur de esta cuadrícula.

En el tramo son frecuentes los horizontes de cuarzo lechoso o incluso grisáceos con espesores de 10 centímetros hasta 50 centímetros. Hay anfíbolitas y es general la presencia de gneis leucocráticos con moscovita y espesores de hasta 40 metros.

El tramo de Las Mesas a que antes aludimos presenta, respecto a éste que hemos descrito, la diferencia de una gran abundancia en anfíbolitas. Esta es la característica que ha servido para establecer la distinción entre ambos tramos lo cual se hace muy difícil de establecer en el campo, ya que incluso en el tramo de Las Mesas también aparece el

gneis formando ojos, quizá más pequeños que los del Arroyo Argañón pero en todo son muy semejantes.

La datación geológica de estas formaciones queda establecida dentro del Precambriano; se incluye en esta datación no sólo las dos formaciones blastomiloníticas de Arroyo Argañón y Las Mesas, sino también la formación de Azuaga constituida por pizarras, grauwas y cuarcitas que se sitúa, al Sur de la cuadrícula estudiada en este trabajo. Esta última formación pizarrosa detrítica viene siendo objeto de polémica, llegándose a afirmaciones concisas sobre una datación ordoviciense o cambriana de la misma. Quizá el dato más concreto en cuanto a su edad precambriana sea el producido por la falla de Malcocinado de unos 80 kilómetros de longitud y que al superponer el último tramo de la formación de Azuaga sobre el cambriano induce a tomar el tramo de El Encinarejo como ordoviciense y la formación de Azuaga, al estar debajo, tendría que ser necesariamente Cambriano Superior (Postdamense).

En apoyo de la consideración que hacemos respecto de la Edad Precambriana de la Formación de Azuaga hay que tener muy en cuenta que aparece una fase de deformación más que en el Cambriano perfectamente datado; por consiguiente habrá que tomar aquella datación como la más cierta.

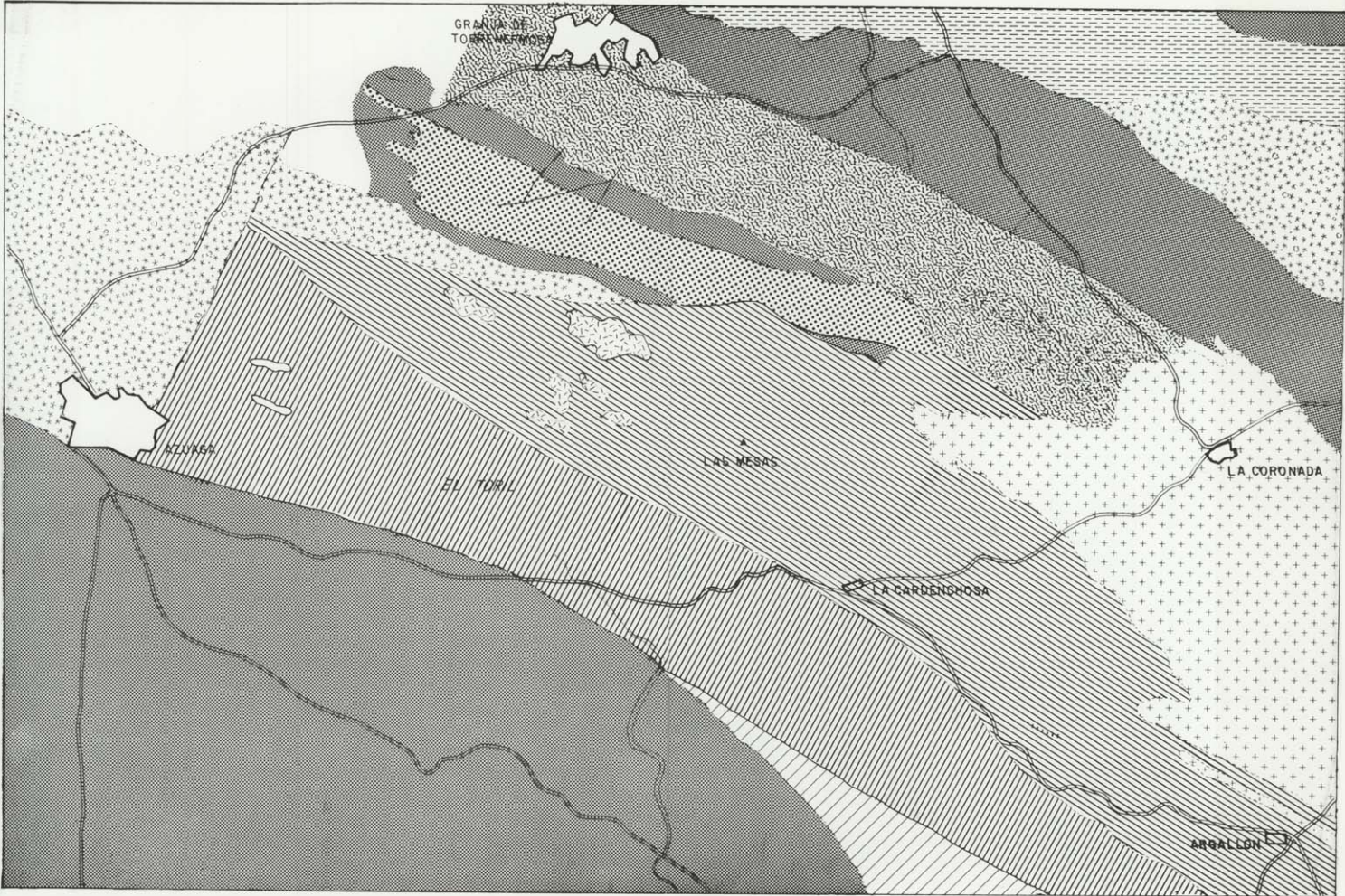
Los fenómenos magmáticos son frecuentes en toda esta zona con abundante aporte de materiales en amplias áreas que quedan divididas en dos grandes grupos: pentónico y volcánico, incluyendo también en este último grupo todas las manifestaciones subvolcánicas y diques.

En relación con la zona que estamos estudiando podemos decir que en las formaciones blastomiloníticas destaca la presencia de ortoanfíbolitas, las cuales representan claramente el volcanismo precambriano. Estos materiales tienen un claro aspecto masivo con coloraciones oscuras y vetado blanquecino que les da el aspecto de un gneis listado, parecen que pueden tener un origen gábrico o dolerítico. Son pues rocas ígneas básicas acompañadas de volcanismo piroclástico.

La tectónica de la zona que estamos estudiando es muy complicada y no puede contemplarse de un modo aislado. No hay mucha concreción en este aspecto y, en consecuencia nuestras afirmaciones pueden ser sometidos a posteriores matizaciones.

La gran estructura Badajoz-Azuaga-Cerro Muriano que abarca la parte que estamos estudiando es





**LEYENDA**

- NAMURO - WESFALIENSE Conglomerados, areniscas, pizarras y calizas
- TRANSICION Cuarcitas, pizarras, conglomerados y calizas
- TRANSICION Formación de Salillo (Intra - Cambrico)
- PRECAMBRICO Formación de Azuaga: pizarras, grauwacas y cuarcitas
- PRECAMBRICO Tramo de La Albarriza micasquistos
- PRECAMBRICO Formación biostromatolítica
  - Tramo de Las Mesas: anfibolitas, paragneis, micasquistos y cuarcitas. Migmatización local.
  - Tramo del Arroyo Argallón paragneis con migmatización frecuente
- PRECAMBRICO Tramo de El Hoyo: micasquistos
- ROCAS PLUTONICAS Plutonica de Ahillóns
- ROCAS VOLCANICAS Colados, sills y diques doleríticos. Diferenciaciones ultrabásicas

**MAPA GEOLOGICO**







un gran anticlinorio de vergencia variable, complicado por fallas de dirección NO-SE. Dentro de esta gran unidad hay varias subdivisiones o bandas, una de las cuales es la de Piconcillo-Argañón-Azuaga, definida por la formación blastomilonítica que aquí nos ocupa y que queda separada de la banda de Sierra Albarrana por la falla de Azuaga. Esta banda blastomilonítica tiene estructura anticlinal vergente al Sur unos 80°.

### III. LA PROSPECCIÓN GEOFÍSICA REALIZADA Y SU PLANTEAMIENTO FÍSICO.

#### *Propiedades magnéticas de las rocas.*

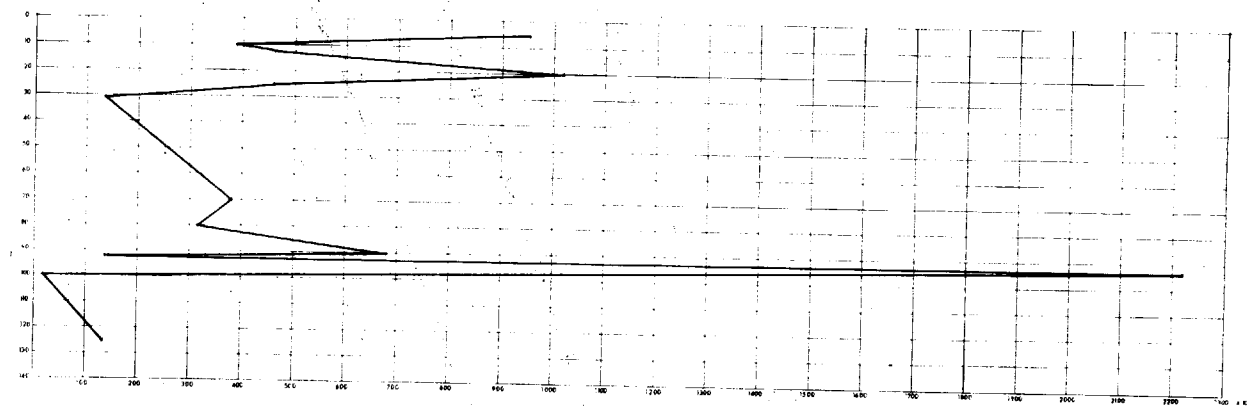
Toda investigación magnética detecta aquellas formaciones geológicas que tienen propiedades magnéticas suficientes para causar una perturbación o anomalía en el campo magnético terrestre.

Careciendo de instrumentos adecuados para las mediciones absolutas de estos valores del campo magnético terrestre hemos de hacer nuestro estudio presuponiendo que en esta zona carecemos de magnetismo remanente y, por tanto, tendremos

$$J_i = KH_0$$

En realidad, queda que las variaciones o anomalías magnéticas que encontremos van a estar ligadas fundamentalmente a las modificaciones o alteraciones del valor de la susceptibilidad magnética de los elementos presentes en esta área ya que siendo ésta relativamente pequeña, el valor de  $H_0$  es constante en cualquier punto de la cuadrícula que estamos estudiando.

Las dispersiones extremas encontradas en los datos de las propiedades magnéticas indican que los procedimientos usuales de utilizar una media aritmética da lugar a una amplificación de los valores



Perfil de susceptibilidad magnética.—Toril número 1

La magnetización total media de una masa rocosa magnetizada uniformemente, se expresa por un vector  $J_t$ , definido como suma de dos vectores:  $J_i$ , magnetización inducida y  $J_r$ , magnetización remanente de la masa, o sea

$$J_t = J_i + J_r$$

La dirección de la magnetización inducida se supone que es concordante con el campo magnético terrestre y la intensidad de la magnetización inducida es una función de la susceptibilidad magnética  $K$  y la fuerza (intensidad) del campo magnético terrestre  $H_0$ , de modo que

$$J_i = KH_0$$

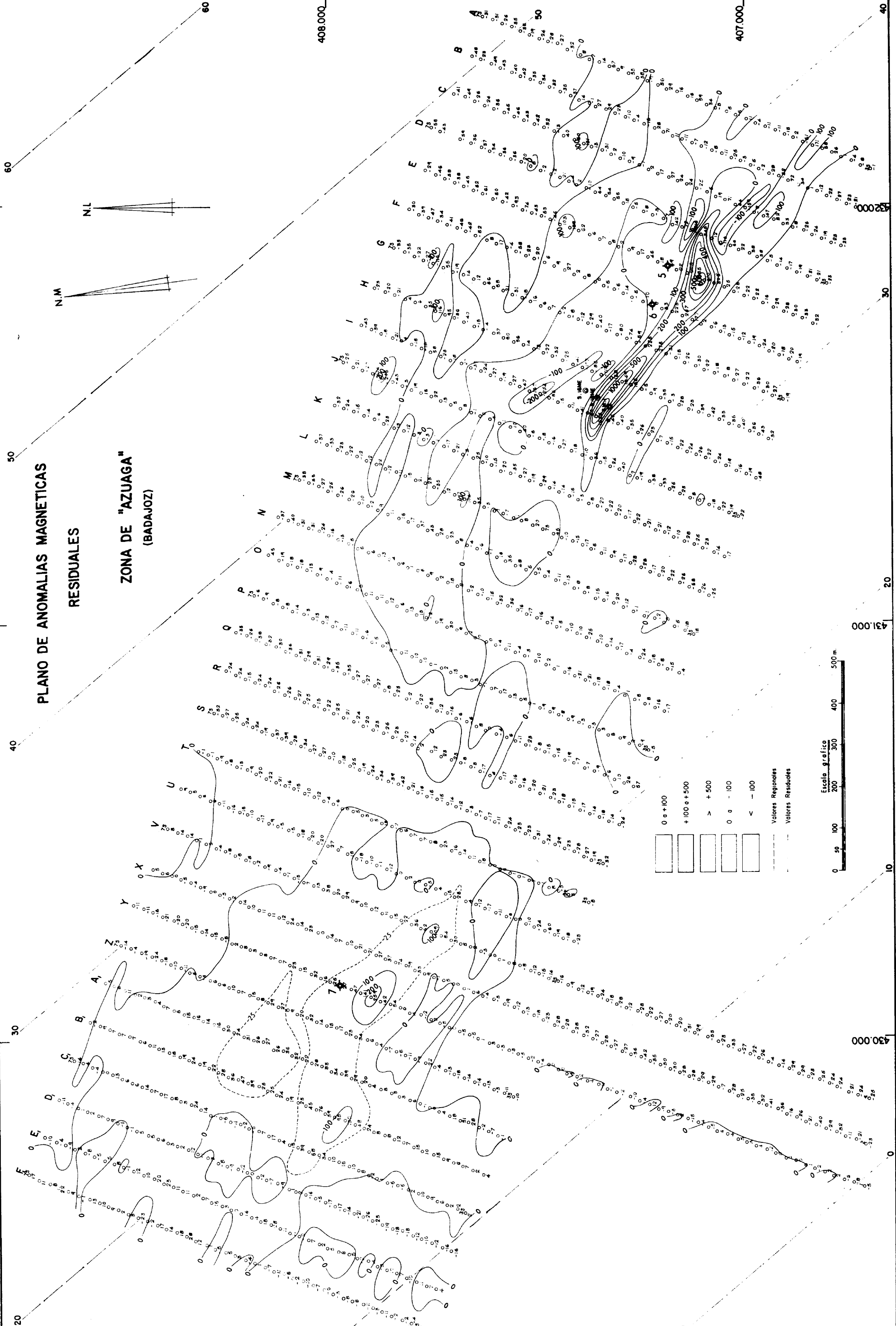
grandes y produce un valor medio que es mayor que la magnetización total y real de una formación geológica. Los estudios realizados por Irving Molyneux y Runcorn (1966) sugieren que los histogramas de las propiedades magnéticas pueden conformarse más estrechamente a la distribución normal cuando las abscisas se dibujan en papel logarítmico.

En esta zona de El Toril se ha estudiado una cuadrícula de 3 kilómetros de largo por 1 kilómetro de ancho, la cual cubre dos afloramientos en esta serie blastomilonítica con ciertas mineralizaciones de sulfuros diseminados y que son el especial objetivo de este trabajo ya que entre éstos aparecen manifestaciones de pirrotina. Más adelante en el capítu-

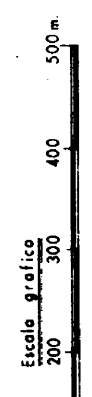


PLANO DE ANOMALIAS MAGNETICAS  
RESIDUALES

ZONA DE "AZUAGA"  
(BADAJOZ)



[White box]	0 a +100
[Light gray box]	+100 a +500
[Medium gray box]	> +500
[Dark gray box]	0 a -100
[Black box]	< -100
[Dashed line]	Valores Regionales
[Solid line]	Valores Residuales



Escala grafica

430.000  
431.000  
432.000  
407.000  
408.000  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0



lo de Conclusiones, pertenderemos establecer la debida correspondencia entre los resultados obtenidos y lo que se ha encontrado en estos trabajos previos de geología y geofísica.

Este trabajo se ha distribuido según una serie de perfiles de dirección N.E.-S.O. Los perfiles están separados entre sí 100 metros y las estaciones de cada perfil están a 25 metros una de otra. En total hay 28 perfiles con 41 estaciones y 3 perfiles con 73 estaciones, lo cual totaliza 1.368 estaciones de magnetómetro.

Se han dispuesto también de un registro de variación diurna pero en el cálculo final de anomalías magnéticas no se ha considerado por no haberse encontrado ninguna tempestad magnética ni variaciones de gran amplitud que pudieran modificar sensiblemente los valores de las anomalías magnéticas que estamos estudiando.

Las anomalías magnéticas se han obtenido, ajustando con un ordenador IBM, un plano regional por mínimos cuadrados cuya expresión es la siguiente:

$$Z = A10^{-1}(x - x_0) + B10^{-1}(y + y_0) + C10^2$$

teniéndose para cada una de estas constantes los siguientes valores

$$A = 0,1448066958$$

$$B = 0,1221369949$$

$$C = 0,2949641605$$

$$x_0 = 430875$$

$$y_0 = 407700$$

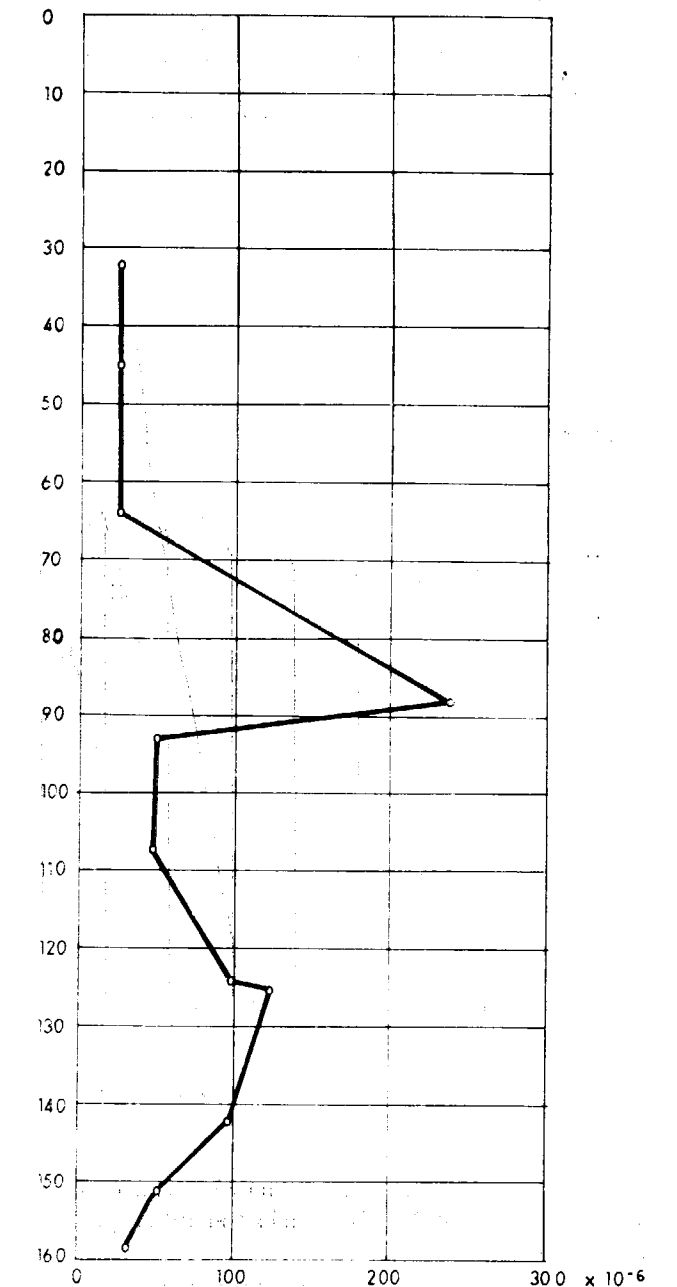
Toda la toma de datos magnéticos se ha realizado con magnetómetros Askania de Torsión.

También se ha realizado un levantamiento planimétrico y altimétrico de los perfiles de modo que cualquier estación está perfectamente definida por sus coordenadas en el sistema de representación Lambert, que son las que se utilizan en los valores  $x_0$  e  $y_0$  del plano ajustado por mínimos cuadrados.

Los resultados de este estudio quedan bien claramente expuestos en el Plano de Anomalías Magnéticas que hemos obtenido. En la parte oriental es donde mayores anomalías magnéticas existen y disponemos de un eje de estructuras de  $46^\circ$  de rumbo respecto al Norte Magnético de la zona.

Nuestra interpretación se refiere a los perfiles Y y E que es donde mayores anomalías encontramos; por la disposición de la curva que representan di-

chas anomalías, opinamos que estamos en presencia de un cuerpo de forma más o menos rectangular y con buzamiento hacia el N.



Perfil de susceptibilidad magnética. Toril S-3

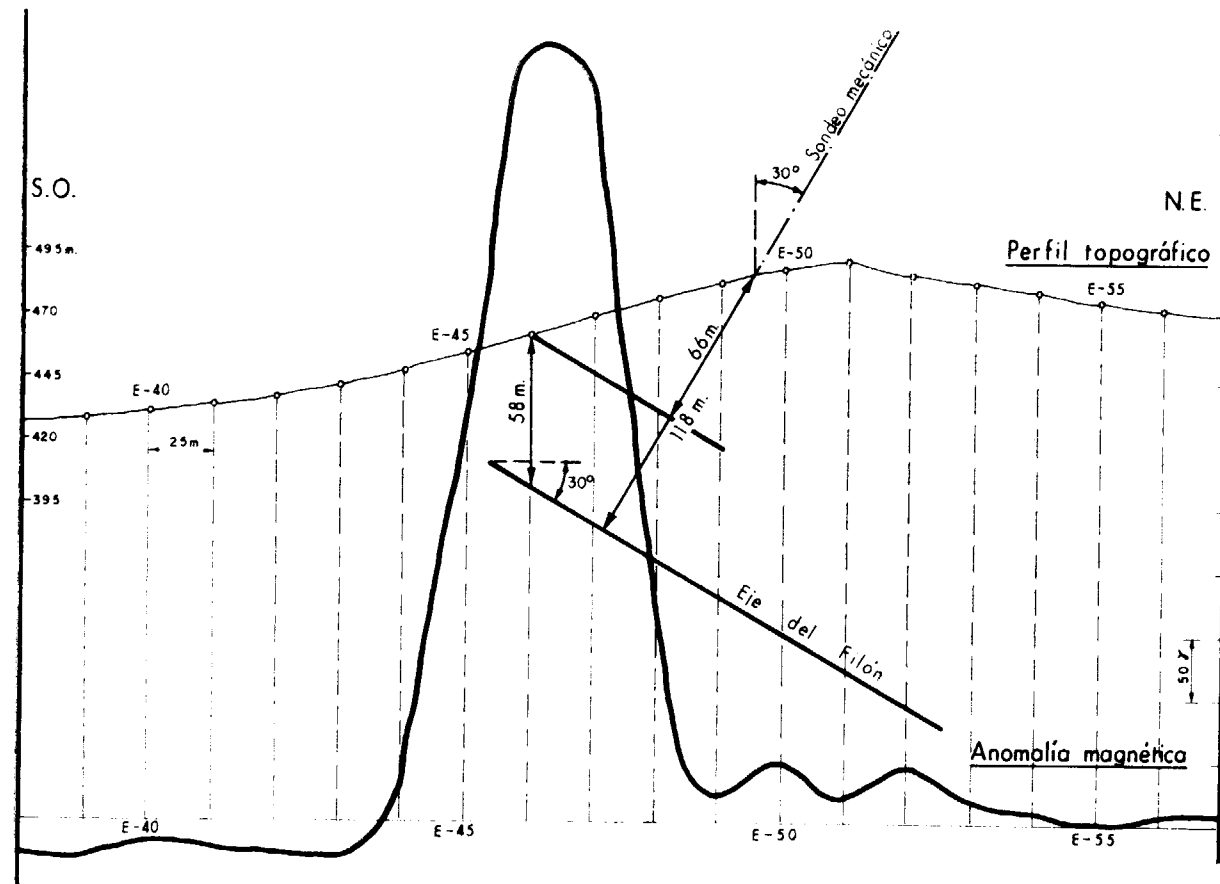
Estimando que nos encontramos en una zona en la que la inclinación del campo magnético terrestre es  $I=34^\circ$ , aproximadamente. En este caso que nos ocupa  $\alpha=46^\circ$  luego la inclinación aparente será



$I_0=44^\circ$  de donde deduciremos un cuerpo en forma de filón cuya inclinación o buzamiento son  $30^\circ$  N.

Utilizando el método de las semipendientes deduciremos una profundidad teórica del techo de este cuerpo de unos 58 metros aproximadamente. No están muy claramente expuestas las numeraciones de los sondeos mecánicos que en esta zona se han realizado, pero independientemente de la génesis vol-

canosedimentaria de esta formación compleja de sulfuros, estos son los datos más concretos que podemos dar. Conviene recordar en este punto que los datos de inclinación se refieren al perfil Y en la estación 51, teniendo en cuenta que el origen de la numeración de estas estaquillas está en el número 35 en el extremo Sur. En el extremo occidental de esta cuadrícula que hemos estudiado nos encontramos con dos anomalías situadas en los perfiles Y y  $B_1$ , estaciones 51 y 49 respectivamente. Se corresponden claramente con dos afloramientos de sulfuros que también aparecen en esta zona. Había la duda de que entre ambos afloramientos existiese una falla pero la curva de  $25\gamma$  que hemos dibujado despeja claramente este problema, evidenciando que no existe tal falla, algo más al Norte queda otra curva de  $25\gamma$  que tampoco representa la presencia de falla alguna. Se



Sondeo mecánico número 5. Perfil E

cano-sedimentaria de esta formación compleja de sulfuros, estos son los datos más concretos que podemos dar.

Conviene recordar en este punto que los datos de inclinación se refieren al perfil Y en la estación 51, teniendo en cuenta que el origen de la numeración de estas estaquillas está en el número 35 en el extremo Sur.

En el extremo occidental de esta cuadrícula que hemos estudiado nos encontramos con dos anomalías situadas en los perfiles Y y  $B_1$ , estaciones 51 y 49 respectivamente. Se corresponden claramente con dos afloramientos de sulfuros que también aparecen en esta zona. Había la duda de que entre ambos afloramientos existiese una falla pero la curva de  $25\gamma$  que hemos dibujado despeja claramente este problema, evidenciando que no existe tal falla, algo más al Norte queda otra curva de  $25\gamma$  que tampoco representa la presencia de falla alguna. Se

trata de otro cuerpo con características semejantes al que queda al Sur pero que no es aflorante.

En consecuencia hay que considerar las posibilidades de esta zona a vistas de los resultados que se obtengan en el reconocimiento de la que queda más al Sur. Hay que destacar aquí el hecho del casi paralelismo existente en los rumbos que han determinado los ejes magnéticos de estas estructuras. Para la zona oriental se han determinado un rumbo  $\alpha=N. 46^\circ W$  en tanto que para estos dos cuerpos de la

zona occidental llegamos a una determinación muy aproximada  $\alpha=N. 41^\circ W$ .

Siendo la inclinación del campo magnético  $I=34^\circ$ , determinamos para  $\alpha=41^\circ$ , una inclinación aparente  $I_0=47^\circ$  en consecuencia, llegamos también a la interpretación de la anomalía situada en la estaquilla Y-51 como un dique buzando  $30^\circ$  al Norte.

Aplicando el mismo criterio, para determinación de la profundidad, que ya hemos utilizado anteriormente encontramos para este cuerpo, respecto al eje magnético de la estructura, una profundidad de 56 metros aproximadamente.

Se efectuó también una toma de muestras de los sondeos mecánicos que se habían realizado o estaban realizándose. Los resultados de este estudio vienen representados en el plano correspondiente donde en ordenadas está la profundidad y en abscisas el valor de la susceptibilidad magnética en unidades c.g.s. No tenemos un perfecto conocimiento de la disposición relativa de estos sondeos mecánicos, en cuanto a inclinación y distancia al eje de la estructura. Si es bastante satisfactorio que

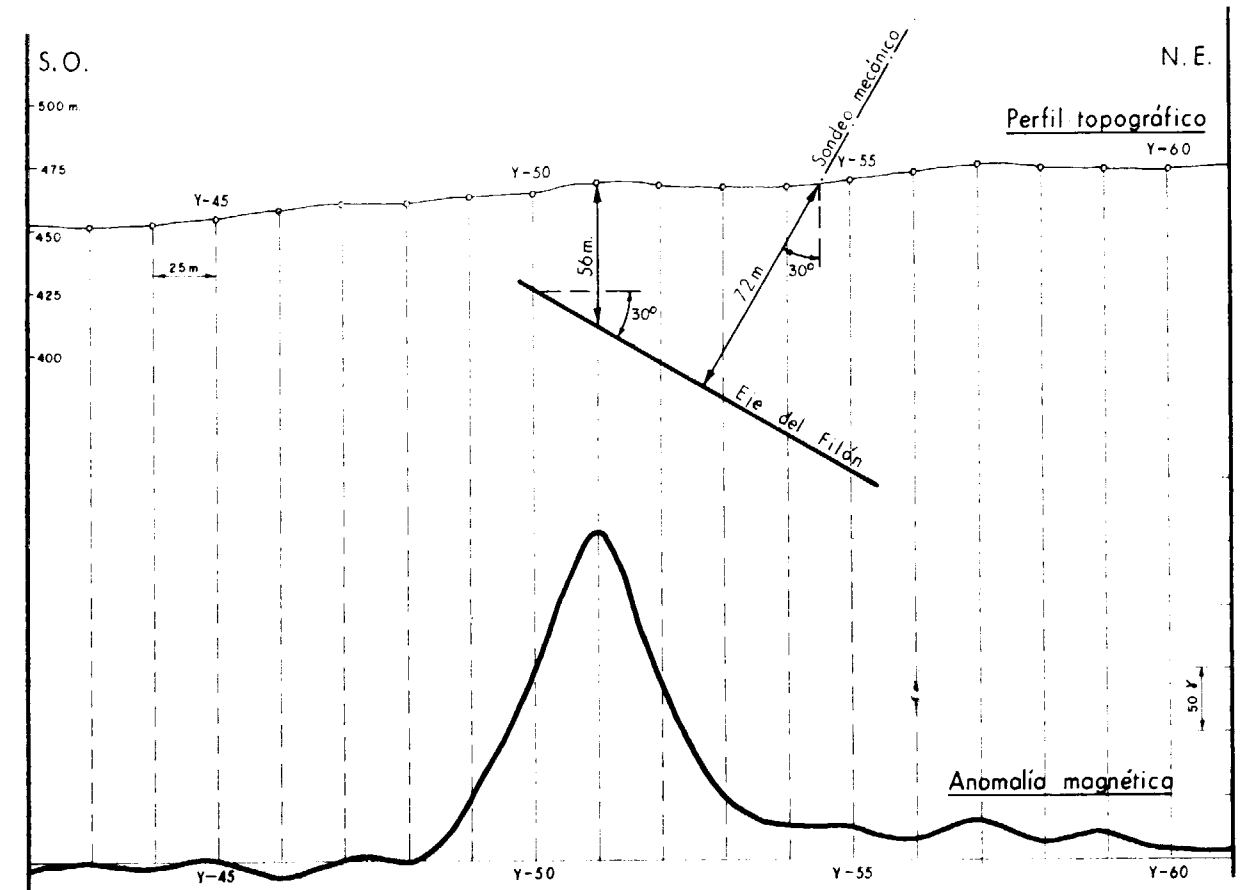
los valores máximos de susceptibilidad están a 100 metros aproximadamente de profundidad, lo cual concuerda con un sondeo mecánico que está separado 75 metros del eje magnético como parece está el sondeo mecánico Toril número 3.

Ya advertimos que lamentamos no poder tener una mayor precisión sobre estas determinaciones que son las que pondrían en perfecto acoplamiento unos resultados en relación con los otros.

Advertimos que todo este estudio lo hemos interpretado prescindiendo de la posible presencia de un magnetismo remanente del cuerpo mineralizado. Habría que haber tomado testigos perfectamente orientados donde se pueden realizar estas determinaciones.

*La Falla de Azuaga.*

Durante nuestras salidas al campo en el área de Azuaga hemos visto la proximidad de muchas minas a este accidente tectónico. Ello nos ha hecho pensar en la posible correlación o conexión de la



Sondeo mecánico número 7. Perfil Y



falla con estas zonas mineralizadas, con la presencia de tramos más o menos volcánicos y con la lógica presencia de todos los procesos subsiguientes tanto de orden químico como de naturaleza dinámica.

Por esta razón hay tres perfiles en esta cuadrícula que se salen del tramo blastomilonítico y atravesando la falla de Azuaga se internan en ese otro conjunto de pizarras, grauwacas y cuarcitas que configuran la formación de Azuaga. La distinta naturaleza de ambas formaciones y sus diferentes elementos constitutivos debían de haber marcado un tránsito perfectamente definido en los valores del campo magnético terrestre medidos en cada estación. Sorprendentemente no ocurre esto y en consecuencia, nos tenemos que preguntar si la falla de Azuaga es tal falla o no se trata de otra clase de accidente tectónico que haya puesto "aparentemente" dos formaciones diferentes en contacto muy superficial.

Es muy extraño que en estos tres perfiles no pueda diferenciarse esta falla desde el punto de vista geofísico. Bien es verdad que son pocos los perfiles

que atraviesan esta falla y en consecuencia no podemos hacer una afirmación más concisa sobre este particular. Queda únicamente como duda muy interesante, aunque a falta de una mayor confirmación que aporte más detalles y en consecuencia pueda ser decisiva en el tratamiento geológico de esta zona.

La justificación del programa de prospección geofísica por el método magnético queda ampliamente documentada en este trabajo. Nos hemos encontrado con unos afloramientos de sulfuros complejos entre los cuales abunda la pirrotina. Si este mineral viene acompañando a estos sulfuros de plomo y zinc es lógico pensar que pueda ser un elemento guía para la determinación de éstos en profundidad. Todo dependerá de la variación que presente la concentración de pirrotina a medida que se vaya profundizando el yacimiento. Si se confirma su naturaleza volcánico-sidimentaria creo que como elemento guía siempre debe de estar presente con los demás sulfuros de que ya hemos hablado.

Valores de susceptibilidad magnética

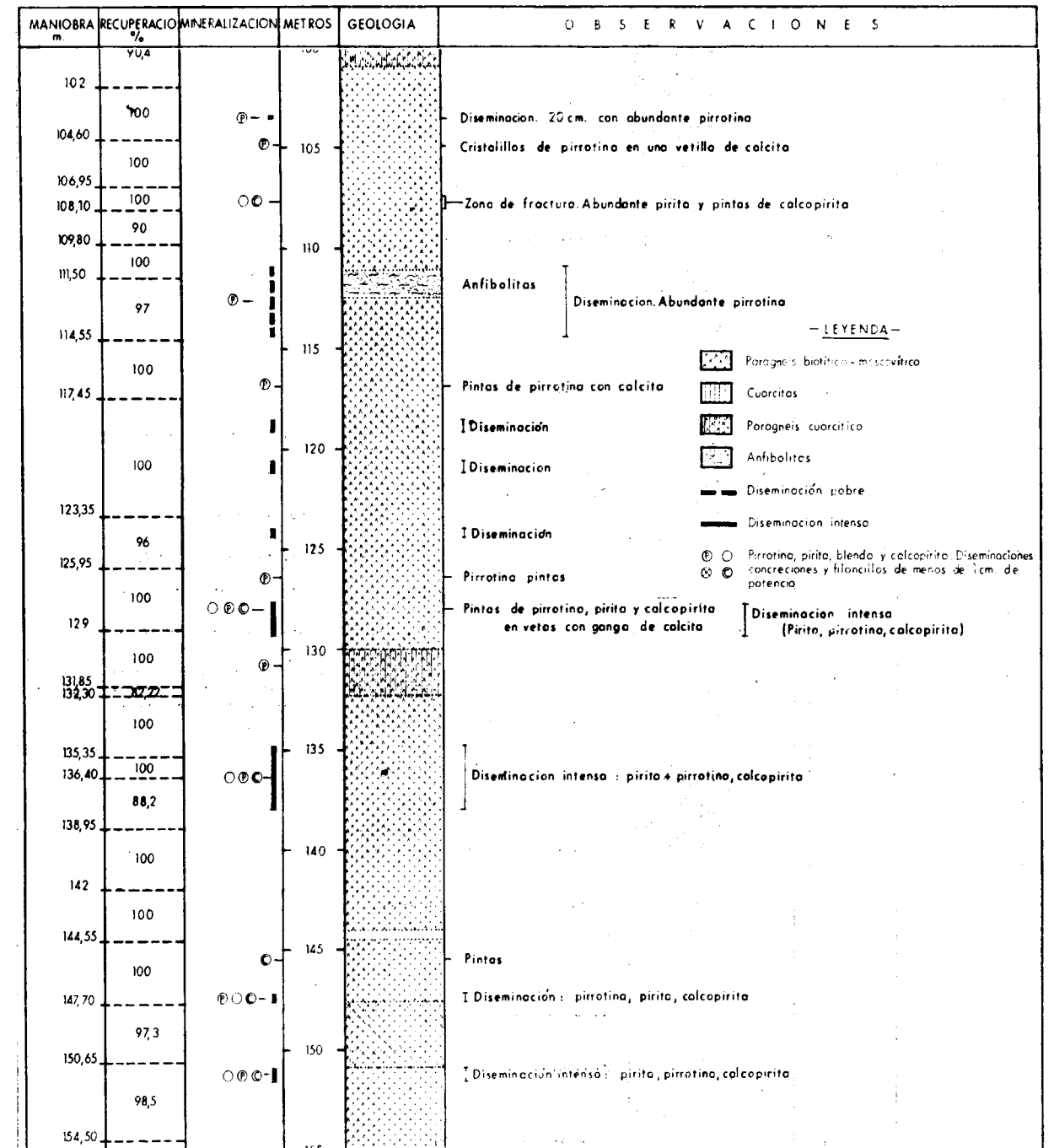
TORIL NUM. 1

		R	K	
T-1	12 m C	11.040	10.913	127
T-1	10 m D	11.035	10.670	365
T-1	70 m	11.035	10.930	105
T-1	20 m	11.033	10.753	280
T-1	92 m	11.033	10.995	038
T-1	100 m	11.033	11.028	005
T-1	125 m	11.032	11.995	037
T-1	93 m D	11.032	10.422	610
T-1	5 m	11.032	10.770	262
T-1	10 m	11.032	10.925	107
T-1	31 m F	11.032	10.995	037
T-1	90 m B	11.032	10.845	187
T-1	25 m A	11.032	10.905	127
T-1	80 m E	11.032	10.842	190
T-1	80 m	11.032	10.945	087

TORIL S-3

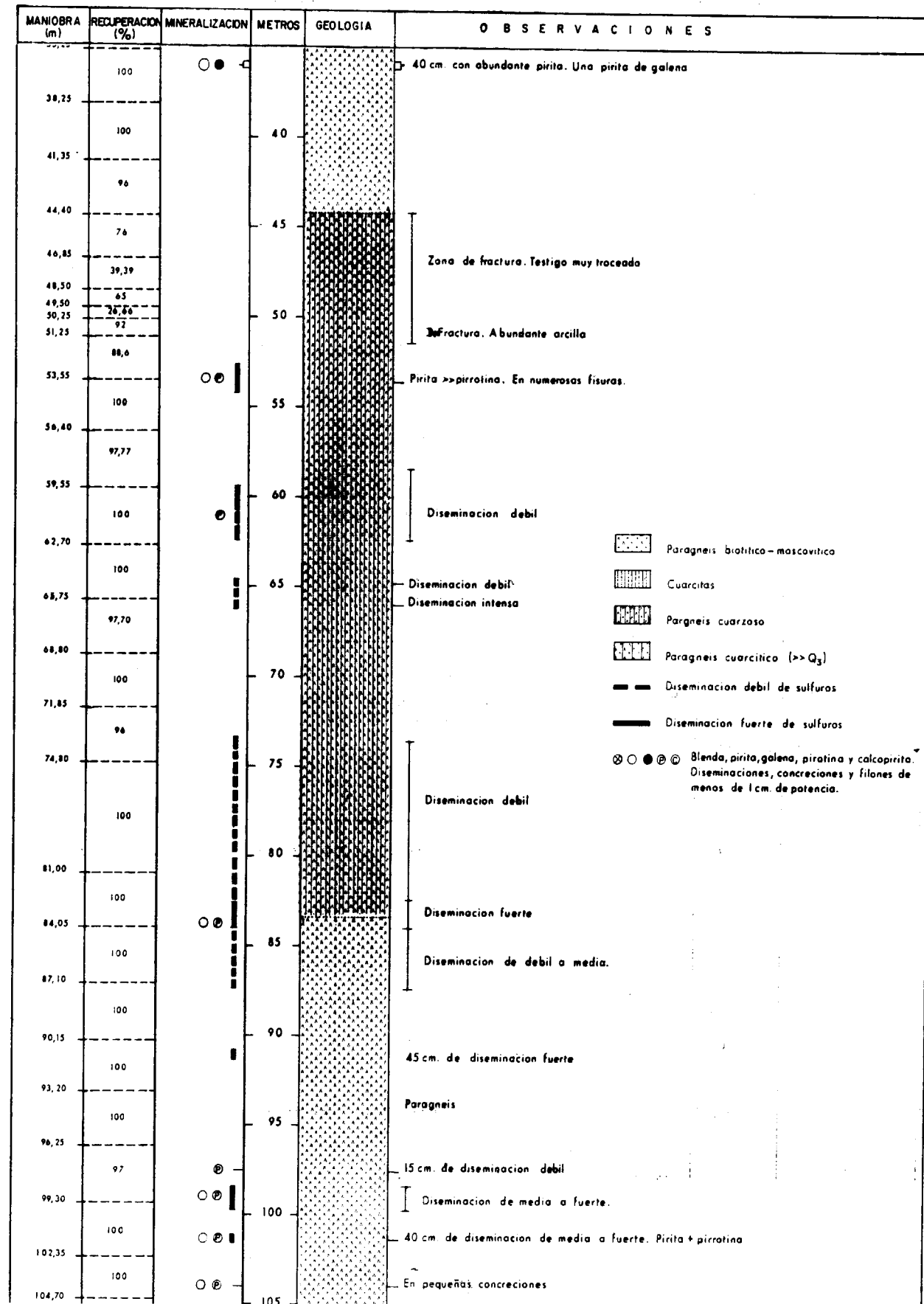
32 m	11.032	11.025	007	25,48 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.
45 m	11.032	11.025	007	25,48 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.
63,5 m	11.032	11.025	007	25,48 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.
88 m	11.032	10.977	065	236,60 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.
93 m	11.032	11.018	014	50,96 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.
107 m	11.032	11.019	013	47,32 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.
124 m	11.032	11.005	027	98,28 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.
125 m	11.032	10.998	034	123,16 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.
142 m	11.032	11.025	027	98,28 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.
151 m	11.032	11.018	014	50,96 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.
158 m	11.032	11.023	009	32,76 × 10 <sup>-6</sup>	C. G. S.

SONDEO FO-AZ-21 "TORIL 5"





# SONDEO FO-AZ-23 "TORIL 7"



## IV. CONCLUSIONES.

El informe correspondiente a este estudio fue entregado a la División de Minería del Instituto Geológico y Minero de España el día 1 de julio de 1972. A finales de enero de 1973 le fueron entregados al autor de este trabajo los resultados de tres sondeos mecánicos que allí se habían realizado y es verdaderamente sorprendente la coincidencia entre lo que se predecía y lo que se ha obtenido.

El sondeo mecánico número 5 de esta zona de El Toril, realizado entre las estaquillas números 50 y 51 del perfil E corta dos zonas mineralizadas separadas entre sí 50 metros. La primera muy pobre y la segunda muy mineralizada a profundidades respectivas de 72 metros y para la segunda, más potentes, desde los 104 metros hasta los 138 metros. Nosotros dijimos que existía un filón buzando 30° al N.E. Según esta afirmación tendría que cortarse el eje magnético de este filón con este sondeo mecánico que aquí se ha realizado, a los 118 metros lo cual es exactamente coincidente con los resultados.

¿Pero que pasa con el afloramiento que aparece en las estaquillas 45 y 46 de este mismo perfil? Nosotros lo interpretamos como una especie de filón guía, paralelo al anterior, más pobre y que, como puede verse en el gráfico adjunto, debería haberse cortado a las 66 metros de profundidad, habiéndose cortado a los 72 metros y parece que es una especie de cola de filón pues no hay apenas más que unos pocos centímetros de potencia.

Este hecho se ve confirmado también por las medidas de susceptibilidad magnética que se realizaron en los sondeos mecánico Toril número 1 y Toril número 3 donde las mayores susceptibilidades magnéticas corresponden a profundidades de 93 metros y de 88 metros respectivamente. Aquí hubiera sido interesantísimo el poder haber testificado magnéticamente cada uno de estos sondeos pues, posiblemente, las mediciones realizadas nos habrían confirmado aun más en el planteamiento que estamos exponiendo.

La misma sistemática se produce para el sondeo mecánico número 7 realizado sobre el perfil Y.

Según nuestras previsiones, el eje del cuerpo magnético que buza hacia el N.E. con 30°, aproximadamente, debería cortarse hacia los 71 metros de profundidad, pues bien la mineralización abundante, comienza a los 53 metros y finaliza a los 100 metros no pudiéndose, por consiguiente, establecer una mejor correlación entre las afirmaciones hechas en el estudio preliminar y estos resultados concretos del sondeo mecánico.

A la vista de todo lo expuesto hasta aquí hay dos cuestiones que resultan de fundamental interés para toda el área.

1.º La presencia de un filón-capa buzando unos 30° al N.E. y que no llega nunca a aflorar ignorando cuales sean las razones por las que esto se produce. Este filón es rico en mineralización de Pb y Zn al mismo tiempo que presenta abundantes diseminaciones de pirrotina que le hacen tener una elevada susceptibilidad magnética.

2.º Paralelo a este filón hay otro, más superficial, y separado del primero unos 50 metros que sí es aflorante y que creemos que puede producir alguna confusión a la hora de hacer algunas interpretaciones geológicas sobre la disposición estructural de este conjunto. Es un filón guía que puede ser de gran interés e importancia a la hora de tomar otras decisiones de mayor importancia minera para la zona aunque por la pequeña extensión de lo estudiado aquí no podemos hacer grandes generalizaciones.

3.º Por último, queda en pie la gran duda que ha planteado la presencia o ausencia de lo que viene llamándose FALLA de AZUAGA. Lo que sí es evidente, desde un punto de vista geofísico solamente, es que no hay tal falla, al menos en los tres perfiles que hemos prolongado hacia el S.O. durante una buena longitud dentro del dominio de las pizarras grauwacas y cuarcitas de la formación de Azuaga.

Lo que este estudio parece confirmar es el carácter volcánico-sedimentario de la compleja formación de sulfuros de esta área.

También esperamos que el carácter milonítico de los materiales del Borde Sur de la formación blastomilonítica tengan alguna explicación que no sea precisamente la dinámica de una falla.

Recibido: mayo 1973.



# Aportación al conocimiento de las relaciones entre el comportamiento mecánico y cualidades estructurales (petro y micro) de rocas del yacimiento de Reocín (Santander)

Por J. A. MARTINEZ-ALVAREZ y A. PEON (\*)

## RESUMEN

Se dan a conocer los resultados obtenidos sobre las relaciones existentes entre la estructura (macro y micro) y el comportamiento mecánico elemental de rocas procedentes del yacimiento de Reocín (Torrelavega).

## 1. INTRODUCCIÓN.

La Real Compañía Asturiana de Minas solicitó la colaboración de los equipos del Laboratorio de Geología Estructural de la Escuela de Minas de Oviedo, para realizar una serie de medidas sobre el comportamiento mecánico de rocas del yacimiento de Reocín. Cumplido este objetivo contractual, nos pareció interesante aprovechar ciertos de estos datos para realizar una investigación sobre las posibles relaciones entre las características mecánicas elementales y la estructura.

En la puesta a punto de nuestros equipos fuimos atendidos por el Centro de Mecánica de Rocas de Fointainebleau (Francia). Recibimos también todo género de atenciones de la Real Compañía Asturiana de Minas. Conste nuestro agradecimiento a ambas entidades.

En la realización de este trabajo participaron, además de los firmantes de esta nota, el equipo de técnicos del Laboratorio formado por Marcelino Alvarez Martínez y Angel Suárez Blanco, a los que agradecemos su inestimable colaboración.

(\*) Cátedra y Laboratorio de Geología, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo. Trabajo beneficiado por la Ayuda a la Investigación.

## 2. OBJETO

Se pretende establecer las posibles relaciones entre las características mecánicas elementales de los distintos tipos litológicos y sus cualidades geológicas fundamentales, como son la textura y la estructura (micro-macro).

En la caracterización mecánica de las muestras se han hecho dos grupos de ensayos de comportamiento bajo compresión simple; uno destinado a determinar la *carga de ruptura* y otro al establecimiento de las curvas *tensión-deformación*. En el estudio petrográfico y estructural se emplean los procedimientos clásicos de observación en *lámina delgada y superficie pulida*.

## 3. DATOS GEOLÓGICOS.

El criadero de Reocín se sitúa en el flanco sur-occidental del anticlinal de Santillana; accidente alpídico de dirección NE-SW (figs. 1 y 2).

Dentro del dominio minero de Reocín puede observarse, siguiendo el orden ascendente en la estratigrafía:

### A) *Wealdense*:

1. Areniscas y arcillas.

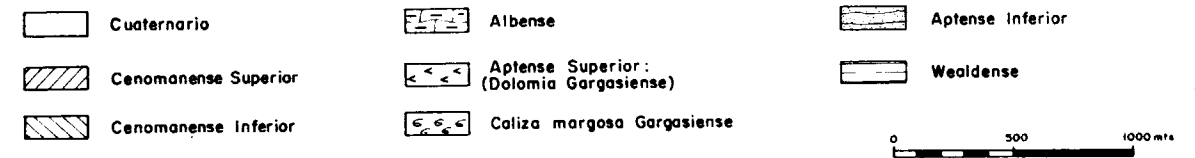
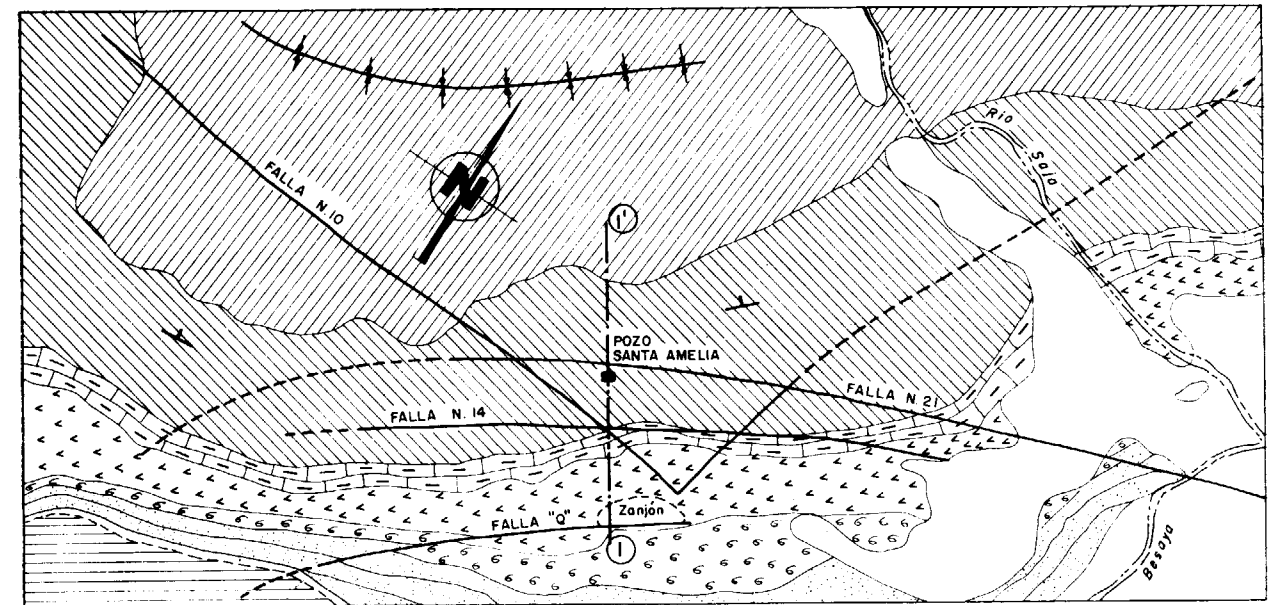


Figura 1

Esquema geológico de la zona de ubicación de la mina de Reocín. (Elaborado según datos de la explotación minera)

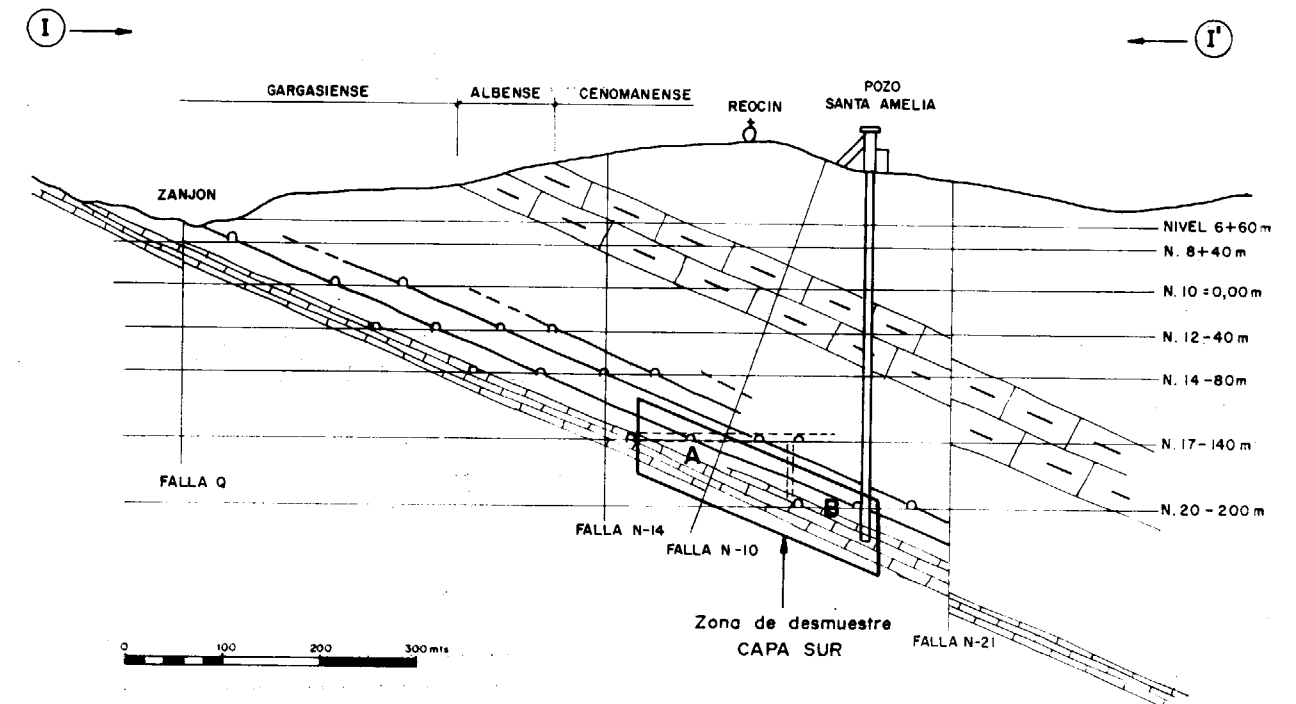


Figura 2

Corte geológico general de la explotación y ubicación en éste de la zona de toma de muestras. (Elaborado según datos procedentes de la explotación minera)



B) *Aptiense:*

a) *Beduliense:*

1. Calizas marrones y margas: con *orbitolinas* y *branquiopodos*: 60 metros.
2. Caliza de grano fino de color marrón, con abundantes *rudistas*; en la base es algo más margosa: 130 metros.
3. Alternancias de margas y areniscas, con nódulos ferruginosos: 80 metros.

b) *Gargasiense:*

4. Caliza margosa con *ostreidos* y grandes *ammonites*: 50 metros.
5. Dolomías: 200 metros.

C) *Albiense:*

1. Areniscas: 100 metros.
2. Calizas de grano, de color azulado: 50 metros.

D) *Cenomanense:*

1. Margas y areniscas: 260 metros.
2. Calizas y calizas margosas: 180 metros.

Las metalizaciones aparecen en los 45 metros inferiores del Gargasiense (*Aptiense superior*), constituidos por dolomías de unos 200 metros de potencia. El yacimiento consta de tres tramos mineralizados de distinto extensión que siguen horizontes estratigráficos del Gargasiense y que se denominan, I) capa "Sur", II) capa "Norte" y III) capa "3.a" (figura 3), con un buzamiento de 23°, como más general.

La capa Sur, la más extensa, se divide en tres subcapas de las cuales la "b", de tres metros de potencia, está total o parcialmente metalizada y constituye la zona explotable. Las subcapas "a" y "c", ambas metalizadas solamente en las fallas, constituyen —respectivamente— el techo y muro inmediatos a la explotación.

4. DESMUESTRE Y NOMENCLATURA

El muestreo se realizó mediante sondeos en tres niveles litológicos diferentes correspondientes a las tres subcapas de la *capa sur* que en lo sucesivo se nombrarán como *techo*, *capa* y *muro* (fig. 3). El volumen de muestras se reparte entre dos puntos de la explotación, uno en el nivel 17 (*punto A*) y

otro en el nivel 20 (*punto B*). Dentro de cada nivel litológico se toman muestras con tres orientaciones diferentes, considerando el ángulo que forma el eje de la muestra con las superficies de estratificación (90°, 0° y 45°). El número —mínimo— de muestras ensayadas por orientación dentro de un nivel litológico es de 15, repartidas como sigue: 10 para ensayos de ruptura bajo compresión simple y 5 para ensayos con medida de deformación. El número total de muestras ensayadas para los dos pun-

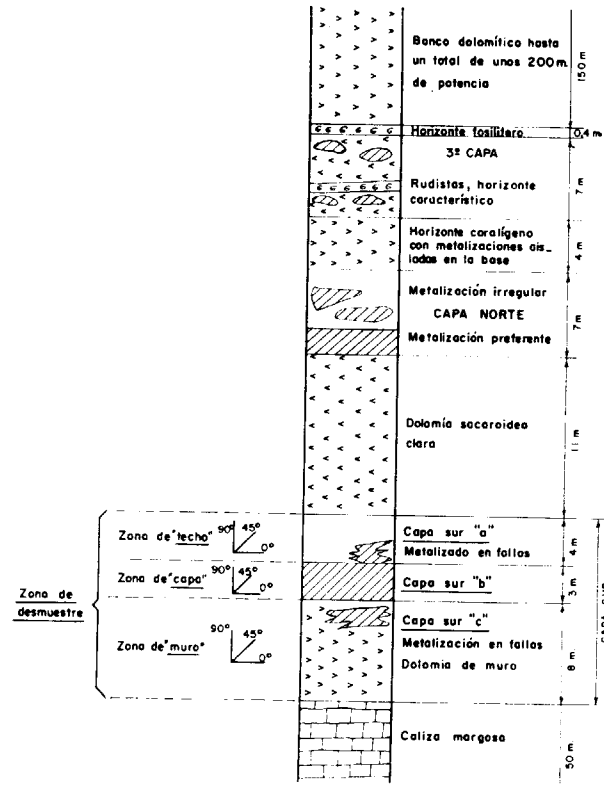


Figura 3

Columna estratigráfica esquemática y situación de la zona de desmuestre sobre la misma. (Elaborada según datos procedentes de la explotación minera.)

tos (A y B) es de 307, de las cuales 217 en resistencia a la compresión simple y 90 en ensayos con medida de deformación.

5. RESULTADOS

El detalle de los resultados no se describe en este trabajo. Consideramos que el interés está en presentar —sintéticamente— éstos. En el Cuadro adjunto (fig. 4) se resumen tales datos.

COMPORTAMIENTO MECÁNICO - ESTRUCTURAL DE ROCAS DE REOCIN - CUADRO RESUMEN		COMPORTAMIENTO GEOMECÁNICO				
NIVEL LITOLÓGICO	MINERALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS		RESISTENCIA COMPRESIÓN (kg/cm)	TENSION - DEFORMACIÓN	FRACTURA
		PETROGRAFÍA TEXTURA	ESTRUCTURA			
TECHO: Dolomías - claras	- Indicios, en zonas de fallas ó fracturas	- Dolomías granulares - Grano bastante regular - Borde irregular	- Geodas - Poros - Zonas (blancas) de recristalización, - - Estratificación poco marcada	200 < $\sigma_c$ < 1200 Resistencia baja a Resistencia alta	$E_1 \approx 650.000 - 850.000$ $E_1 > 1000$ $\frac{E_1}{\sigma_c}$ • (Ruidos)	
CAPA: Dolomías mineralizadas, estratiformes	- Blenda (zonada: Nodular, coliforme o bandeada) - Blenda diseminada - Melnikovita - pirita (en nódulos hasta 0,5 m) - En forma dispersa o lapizando geodas: Melnikovita - pirita, galena, marcasita	- Dolomías granulares res. Blenda diseminada - Muestras con blenda nodular, coliforme o en bandas	- Geodas - Poros - Mas o menos concionada	300 < $\sigma_c$ < 1.200 Resistencia baja a Resistencia media (Escasas muestras con resistencia alta)	$E_1 \approx 800.000 - 1000.000$ $E_1 > 800$ $\frac{E_1}{\sigma_c}$ $E_1$	
MURO: Dolomías grs - azules	- Indicios, en zonas de fallas ó fracturas	- Dolomías con bien diseminada, en forma densa - Dolomías granulares - Grano mas pequeño - Presencia de algún cuarzo	- Compacta - No presenta estructuras destacables - Abundantes fisuras - Porosidad	650 < $\sigma_c$ < 1.300 Resistencia media a Resistencia alta  800 < $\sigma_c$ < 1.800 Resistencia media a Resistencia alta  250 < $\sigma_c$ < 1.900 Resistencia media a Resistencia alta	$E_1 \approx 200.000 - 500.000$ $E_1 < 400$ $\frac{E_1}{\sigma_c}$ $E_1$  $E_1 \approx 500.000 - 700.000$ $E_1 > 400$ $\frac{E_1}{\sigma_c}$ $E_1$  $E_1 \approx 600.000 - 1.100.000$ $E_1 > 500$ $\frac{E_1}{\sigma_c}$ $E_1$	    

Figura 4 Cuadro resumen sobre el comportamiento estructural y mecánico de las rocas de Reocin (Torrelavega)



## 6. CONCLUSIONES

6.1. Se destaca la presencia de una correlación bastante característica entre (1) las cualidades geológico-estructurales de los materiales estudiados y (2) su comportamiento mecánico.

6.1.1. En la zona de "techo" las discontinuidades geológicas (geodas y fisuras) controlan el comportamiento mecánico de este tramo: (1) Disminuye la resistencia a la compresión (2), aumenta el módulo relativo y (3) pierde fragilidad la fractura.

6.1.2. En la "capa" las características de la mineralización establecen el correspondiente control geomecánico. (1) la mineralización hace disminuir el módulo tangente, sin modificar—sustancialmente—la resistencia a la compresión (2) En las zonas donde la mineralización adopta la disposición "zonada" la influencia es más acusada. (3) En las zonas estériles de este tramo, el control está condicionado por las discontinuidades (geodas, fisuras).

6.1.3. En el "muro" las microdiscontinuidades son los factores condicionantes del comportamiento geomecánico. Los valores resultantes son muy dispersos. Entendemos que su correcta interpretación requerirá el estudio de la microporosidad, microfisuración y, quizá, de las discontinuidades a la escala granular.

## BIBLIOGRAFIA

- BARRY VOIGHT (1968): *On the functional classification of rocks for engineering purposes*, págs. 131-135, Madrid, 68 Symposium Internacional.
- BERTHIER, J. et TOURENO, C. L.: *L'essai de compression simple pour les roches*. Bul. Liaison P. et Ch., núm. 20.
- DEERE, D. U. and MILLER, R. P. (1966): *Engineering classification and index properties for intact rock*. Tech Rept. No. AFWL-TR-65-116, Air Force Wapous Lab., Kirtland Air Force Base, Nuevo Méjico.
- JAEGER & COOK (1969): *Fundamentals of Rock Mechanics*. Methuen & Co. Ltd.
- MONSEUR, G. (1965): *Contribution à l'étude sédimentologique et génétique du gisement plombo. Zincifère de Reocin (Espagne)*. Ed. Brussel.
- REAL COMPAÑÍA ASTURIANA DE MINAS (1970): *Criadero de Pb-Zn de Reocin* (Santander-España).
- STAGG-ZIENKIEWICZ (1968): *Rock Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley & Sons, London.
- PEÓN, A.: *Contribución al conocimiento del comportamiento mecánico de las rocas del yacimiento de Reocin (Torrelavega) y sus relaciones con la estructura y textura geológica de las mismas*. Trabajo de licenciatura. Presentado en 1972. Inédito.
- J. A. MARTÍNEZ-ALVAREZ y A. PEÓN: *Informe sobre el estudio del comportamiento mecánico de materiales de la mina de Reocin (Torrelavega)*. Informe privado. Inédito.
- Oviedo, 16 de febrero de 1973.

## Interpretación petroestructural del comportamiento del mármol de Gualba (Barcelona) bajo compresión uniaxial

Por M. MONTOTO y J. ORDAZ (\*)

## RESUMEN

Conocidas las características petrográficas y de comportamiento mecánico en compresión uniaxial del mármol de Gualba (Barcelona), se estudian en este trabajo los factores petroestructurales previos a la deformación experimental que permitan explicar su baja resistencia mecánica (384 Kg/cm<sup>2</sup>).

Entre ellos destacan: tamaño de grano relativamente grueso, 1,2 milímetros; uniones intergranulares poco trabadas que facilitan los deslizamientos relativos entre los granos; cataclasis y deformaciones naturales del mármol; y abundancia de fisuras y microfisuras muy extendidas por toda la roca.

## ABSTRACT

In two previous works the authors have studied the petrographic character and mechanical behaviour under uniaxial compression of Gualba (Barcelona) marble.

Present work deals with those textural aspects by which that behaviour may be explained; especially the low mechanical strength (5462 psi).

Among them stands out: relatively coarse grain size, 1.2 mm; weak interlocking grains allowing slips between grains; cataclasis and natural deformation of marble and abundance of fissures and cracks all over the rock.

## I. INTRODUCCIÓN.

En dos trabajos anteriores de los autores (Montoto y Ordaz, 1971, 1972) se estudió el mármol de Gualba (Barcelona) tanto desde el punto de vista descriptivo de su mineralogía y textura, como de su comportamiento mecánico experimental bajo esfuerzos uniaxiales de compresión, con lo que se vio que su resistencia media a la compresión de 384 kilogramos/cm<sup>2</sup>—que sitúa a la roca dentro de las consideradas como de calidad resistente baja—podría estar íntimamente relacionada con sus características petrográficas.

En el presente trabajo se estudian cuantos factores mineralógicos, granulométricos y petroestructurales

parezcan influenciar los resultados mecánicos experimentales.

Para ello se han estudiado microscópicamente diversas muestras del mármol antes y después de ser ensayados con objeto de observar los principales cambios microestructurales habidos en la roca. Las probetas de mármol sometidas a compresión se embutieron en resinas sintéticas después de su rotura, a fin de poder obtener secciones delgadas con la orientación deseada y una mayor conservación de los rasgos fractográficos.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, la posible existencia de otros parámetros, tanto intrínsecos como extrínsecos, que ejerzan una influencia innegable sobre las características mecánicas de estas rocas (Montoto y Esbert, 1971).

(\*) Departamento de Petrología, Universidad de Oviedo.



## II. FACTORES MINERALÓGICOS.

*El Cristal de Calcita.*

Dado que las características mecánicas de los mármoles están lógicamente condicionadas por los mecanismos de deformación de los cristales de calcita, debe ser éste el primer factor a considerar.

La calcita, bajo la acción de esfuerzos mecánicos, desarrolla conocidos movimientos intragranulares de deslizamiento, los cuales pueden estudiarse según dos tipos principales: deslizamiento por traslación sobre el plano  $(10\bar{1}1)=r$  (tres sistemas), y deslizamiento por maclación según  $(01\bar{1}2)=e$  (tres sistemas). Estas dos dislocaciones cristalinas junto con los movimientos intergranulares son los factores más destacados que determinan los procesos de deformación de los granos de calcita y, por consiguiente, de la rocas por éstos formadas.

La preponderancia de uno u otro factor dependerá, en cada caso, no sólo de la abundancia relativa de dichos fenómenos, sino también de la posible orientación estadística de los mismos, promoviendo superficies de discontinuidad mecánica, más débiles en un sentido que en otro, y creando de este modo una anisotropía cristalográfica significativa.

Otro elemento importante en la calcita es la orientación preferente de los ejes cristalográficos. Así Sander (1930) ya señaló que en las rocas no deformadas la orientación de los cristales es aleatoria, mientras que en la roca que ha estado sometida a presiones orogénicas y esfuerzos tectónicos, los ejes ópticos presentan una orientación preferencial.

A este respecto se sabe que la orientación cristalográfica preferencial de un mineral es, en la mayoría de los casos, consecuencia de que el eje más débil, mecánicamente hablando, se alinea paralelamente al eje de mayor esfuerzo compresivo. En la calcita este eje cristalográfico resulta ser el "c". Si se comprime la roca según una dirección dada los ejes "c" de la calcita tenderán a orientarse de acuerdo con ella, pero si se la somete a tracción, en esa misma dirección, los ejes "c" se alinearán en una zona perpendicular a ella, Kamb (1959).

Ya los clásicos trabajos de Griggs, Turner y colaboradores (1951-56) sobre el mármol de Yule, hicieron especial hincapié en la necesidad de tener en cuenta la orientación original de los cristales, y sus posibles defectos, a fin de poder apreciar en todo su conjunto el funcionamiento de las deformaciones experimentales.

Se llega así a la conclusión ya señalada por uno de nosotros, Montoto (1970), Montoto y Ebert (1971), de que las características cristalográficas de los minerales ejercen una influencia innegable en el comportamiento mecánico de las rocas; mayormente si presentan orientaciones preferentes, D'Albissin (1966), Brace (1965) y otros; aunque en muchos casos no pueda predecirse de qué manera actúan estos elementos ni cuáles pueden ser sus consecuencias, Borg y Handin (1966).

En cuanto a las dislocaciones intragranulares preexistentes (maclas principalmente) el papel que desempeñan en el futuro comportamiento mecánico parece ser relativamente más importante, aún con las debidas reservas que todo fenómeno cristalino presenta en el estado actual de los conocimientos de este nuevo campo de Petrología aplicado a la Mecánica de Rocas. Indudablemente estos defectos cristalinos han actuado de una manera aceleradora del proceso de desintegración y rotura de las rocas, pero a su vez van acompañados por otros factores esencialmente petroestructurales, de modo que el conjunto de todos ellos condiciona el mecanismo deformacional y de resistencia del agregado.

*Minerales accesorios.*

El papel que juegan los minerales accesorios en una roca monomineralica como el mármol, no está todavía esclarecido. En rigor, la presencia de estos minerales de diferente composición y características cristalográficas rompe la homogeneidad composicional de la roca, constituyéndose en elementos de discontinuidad no sólo mineralógica sino también estructural. En este sentido será necesario conocer en todo momento la abundancia relativa y distribución de los minerales no calcíticos en una masa calcárea. Varios puntos habrá que tener en cuenta a la hora de calibrar su posible influencia.

1) Dado el carácter predominante de estos accesorios como inclusiones en calcita, se habrá de precisar su posible alineación o concentración masiva a lo largo de diversas zonas. Sus efectos serán más destacados en función de su orientación, tanto a escala macroscópica como microscópica.

En el caso del mármol de Gualba, aparte de sus concentraciones apreciables a simple vista, se ve en ocasiones que estos componentes minoritarios tienden a alinearse o muestran preferencia por las zonas de debilidad o mínima resistencia de la roca a escala cristalina, cuales puedan ser las de micro-

granulación, microfracturación e incluso los planos de exfoliación, aún cuando su carácter más generalizado sea el de estar dispersos a través de la masa rocosa.

2) El estado de alteración de los minerales accesorios puede tener también cierta importancia, al disminuir considerablemente las propiedades resistentes en estos puntos, y en caso extremo llegar a constituirse en huecos por disgregación total de los mismos (con el consiguiente aumento de la porosidad de la roca).

3) Si se considera a la mayoría de minerales accesorios como inclusiones, éstas pueden actuar, de acuerdo con Koide, Hoshino y Nagumo (1970), como inicio puntual de microfisuras y localización potencial de zonas de microfractura (preferentemente dentro del dominio intragranular).

4) La presencia de otros minerales intergranulares con los de calcita, puede reducir sensiblemente la cohesión propia de las uniones entre granos de una misma fase. Esto es en especial visible en minerales fácilmente alterables y/o con débiles interuniones, como sucede con gran parte de los accesorios de los mármoles de Gualba facilitando la propagación de microfisuras intergranulares. Todas estas peculiaridades contribuirán a que la roca pueda presentar zonas más o menos localizadas, potencialmente débiles y que deberán considerarse al calibrar la posible influencia de estos accesorios en el comportamiento mecánico generalizado del mármol.

## III. FACTORES GRANULOMÉTRICOS.

La granulometría del agregado rocoso constituye sin duda uno de los aspectos petrográficos más importantes a la hora de interpretar el comportamiento de la roca en función de las cargas aplicadas sobre ella. Los más importantes factores granulométricos se refieren a: forma, tamaño, orientación y bordes de los granos, Montoto y Ebert (1971).

*Forma.*—Considerada individualmente es poco importante, sin embargo influye considerablemente cuando existe una marcada orientación preferencial granular. Estas anisotropías estructurales son el origen de las anisotropías mecánicas que muestra la roca.

Mayor importancia parece tener en estos mármoles la forma ovalada que presentan algunos granos, con sus contornos curvos y con tendencia al redondeamiento. Se ha señalado, D'Albissin (1966) que

este tipo de formas redondeadas de los granos favorecen los deslizamientos y movimientos relativos de unos con otros, y por lo tanto a igualdad de otras condiciones pueden provocar más rápidamente la degradación de la roca bajo esfuerzos mecánicos.

*Tamaño.*—Factor granulométrico que influye de un modo preponderante en la resistencia a la rotura. Se tiene por un hecho, experimentalmente comprobado que para un mismo material su resistencia a la rotura aumenta a medida que disminuye el tamaño del grano. Este efecto fue primeramente conocido en los metales policristalinos, Barrett (1952) y posteriormente ratificado en varios tipos de rocas: Griggs et al. (1952), Turner et al. (1956), Borg et al. (1960), Handin (1966), Houpert (1966), Siemes (1966), Boretti-Onyszkiewickz (1966) y otros.

De este modo cabe esperar que entre varios mármoles, a igualdad de otras condiciones petroestructurales y a un grado de "cristalinidad" similar, los que poseen el grano medio de mayores dimensiones tendrán valores de resistencia mecánica considerablemente inferiores a los de grano fino; aspecto que hemos podido constatar en el mármol de Gualba.

Importa conocer además, no sólo las dimensiones medias de los granos sino también su grado de heterometría, por cuanto la presencia de granos grandes, de mayor tamaño que el medio, parecen jugar un papel esencial en la rotura iniciándose ésta a nivel de dichos cristales, Houpert (1967).

Por otra parte Dreyer (1966) considera que, a igualdad de composición mineralógica el factor dimensional granular es más importante que la naturaleza y forma de los bordes de grano (mayor o menor trabazón de los cristales).

El tamaño de grano está también íntimamente ligado a la porosidad de la roca, y se sabe que la resistencia a la composición disminuye al aumentar la porosidad, Borg et al. (1960). Por consiguiente, y dado que para una misma porosidad presentan mayor compresibilidad las de grano mayor, las reducciones de las resistencias serán más apreciables en los materiales de grano grueso que en los de grano fino.

*Orientación.*—Se sabe que en los agregados cristalinos el comportamiento mecánico depende, en gran parte, de la orientación preferencial, estadísticamente considerada, que puedan exhibir los granos minerales, desarrollando una anisotropía de orientación granular que afecta considerablemente a la resistencia mecánica de la roca. Esta orientación



está promovida principalmente por la elongación o alargamiento de los cristales, lo que hace que los bordes de grano se alineen más o menos paralelamente al eje de anisotropía, creando direcciones de debilidad según este eje.

Así Brace (1965) ha mostrado cuantitativamente que en los materiales rocosos las variaciones en la compresibilidad lineal dependen de la orientación preferente, análisis modales y propiedades cristalinas.

Si la roca no presenta una marcada orientación granular preferente, caso del mármol de Gualba (aunque tampoco puede considerarse como absolutamente isotropa), las posibles variaciones en los valores de resistencia con las direcciones de los esfuerzos, serán mucho más pequeñas, casi desdeñable en comparación con las que tendría si su estructura granular estuviera fuertemente orientada.

*Uniones intergranulares.*—Las uniones entre los granos de un agregado cristalino constituyen otro aspecto de indudable interés, de modo que la naturaleza e intensidad de los mismos proporciona una medida de la cohesión de la roca. Por todo ello es necesario analizar la morfología de los bordes de grano y observar si éstos se presentan muy unidos y fuertemente entremezclados o, por el contrario, son de carácter débil y poco coherentes.

Por otra parte, la rotura frágil de la roca parece estar muy influenciada por el carácter de estas interuniones granulares, ya que es en ellas donde se acumulan mayores tensiones de tracción que aprovechando las discontinuidades propias de estas uniones y la presencia de otros microdefectos (irregularidades de bordes de grano, microfisuras, huecos, etcétera) determinan con mayor facilidad la iniciación de la rotura, Uriel y Bravo (1960). Esto concordaría con lo señalado por D'Albissin (1963) respecto a que el examen microscópico de la superficie de fractura muestra en muchos casos, que ésta se efectúan con predominio intergranular.

En el mármol de Gualba parecen cumplirse estas predicciones, y más aún si se tiene en cuenta su baja coherencia intergranular, y la presencia de gran número de microfisuras y granulación marginal inter e intragranularmente.

#### IV. FACTORES PETROESTRUCTURALES.

El estudio estructural de la roca proporciona información esencial para la interpretación de las ac-

ciones tectónicas sufridas durante su evolución geológica. Pero también informa sobre su futuro comportamiento de deformación experimental.

Entre los aspectos estructurales que hemos observado influyen en el mármol de Gualba destacan: texturas, recristalización y cataclasis.

En realidad, los factores petroestructurales nacen de la idea de que la roca lejos de ser, un cuerpo perfectamente isotropo y homogéneo, se constituye en un material granular natural, técnicamente alogotrópico y heterogéneo, Emery (1963), para el cual no sirven en su totalidad los supuestos teóricos de un comportamiento mecánico ideal (principalmente el de su resistencia a la rotura). Ello se debe a su propia constitución, la cual dista mucho de las condiciones ideales de isotropía y homogeneidad estructural que requieren los cálculos teóricos.

*Textura y estructura.*—La estructura del mármol, cristalina y granoblástica, comporta ya de por sí, las limitaciones propias de todo agregado mineral, en el que los espacios intergranulares, huecos y microfisuras constituyen interrupciones de la materia sólida. De aquí que el efecto producido por una fuerza dirigida sobre un agregado cristalino variará de un cristal a otro de acuerdo con su estructura y defectos inherentes. El comportamiento global de la roca sería, por consiguiente, el resultado de promediar la reacciones de un gran número de cristales, Emery (1963).

Por otra parte, del carácter no aleatorio de la disposición espacial de los granos minerales y ciertos elementos texturales, nacen la anisotropías morfoestructurales que originan diferencias de comportamiento mecánico en las rocas. Estas anisotropías tanto pueden ser primarias (relacionadas con las historias genética y metamórfica de la roca) como secundarias (relacionadas con las historias tectónica y orogénica).

El estudio de las anisotropías primarias demuestran la existencia de procesos metamórficos que han desarrollado en la roca su actual estructura. Esta es reflejo normalmente de una deformación natural, observándose que es factible su reproducción experimental; así Carter et al. (1964) desarrollaron estructuras porfiroclásticas laminares semejantes a las gneísicas partiendo de una cuarcita a la que comprimieron durante treinta y siete minutos a 1.500 °C y 15 Kb de presión de confinamiento. Todo ello permite mediante análisis comparativos, deducir en gran parte los aspectos cinemáticos y dinámicos de la deformación, a par-

tir de los efectos y cambios petroestructurales observados, Friedman (1963).

En este sentido, las variedades textuales, zonas de microgranulación y cataclasis, así como otros elementos primarios granulométricos, se convierten en defectos que alteran, en principio, la uniformidad estructural de la roca, y a menudo se traducen en zonas de debilidad mecánica y de anisotropía en la resistencia, puestas de manifiesto al realizar los ensayos mecánicos.

*Cataclasis.*—Uno de los principales mecanismos de deformación desarrollado durante los procesos tectónicos es sin duda la cataclasis, que comporta fricción intergranular, microgranulación, movimientos diferenciales intragranulares (traslación y maclación), microfacturación, y otros procesos que conducen, por lo general, a una reducción del tamaño del grano en las zonas más afectadas.

El mármol de Gualba presenta en su conformación natural alguno de estos signos cataclásticos aunque a escala de reducida intensidad. Una vez ensayados pueden observarse tales signos a un nivel mucho mayor, como corresponde a rocas de grano



Figuras 1 y 2

Aspectos de la microgranulación marginal, evidenciando fricciones y movimientos intergranulares relativos desarrollados en el mármol de Gualba durante su deformación experimental ( $\times 33$ , N. P.).



grueso no entremezclados, en las que han actuado esfuerzos mecánicos orientados provocando una cataclasis general. Estos defectos cataclásticos en las muestras postensayadas han sido observados mediante estudios microscópicos. Se ha observado así una mayor fricción en los bordes de grano ya que en ellos los movimientos intergranulares han sido lo suficientemente intensos como para producir una elevada microgranulación marginal, e incluso finos agregados pulverulentos (Figs. 1 y 2).

Las exfoliaciones aparecen generalmente deformadas, curvadas, con señales de traslaciones y deslizamientos intragranulares. Son frecuentes también las extinciones ondulantes de la calcita.

En el mármol de Gualba, en el que originalmente alrededor de un 10 por 100 de los granos de calcita están maclados a diferentes niveles (Montoto y Ordez, 1971) se percibe, estudiando microscópicamente las muestras que han sido ensayadas a com-

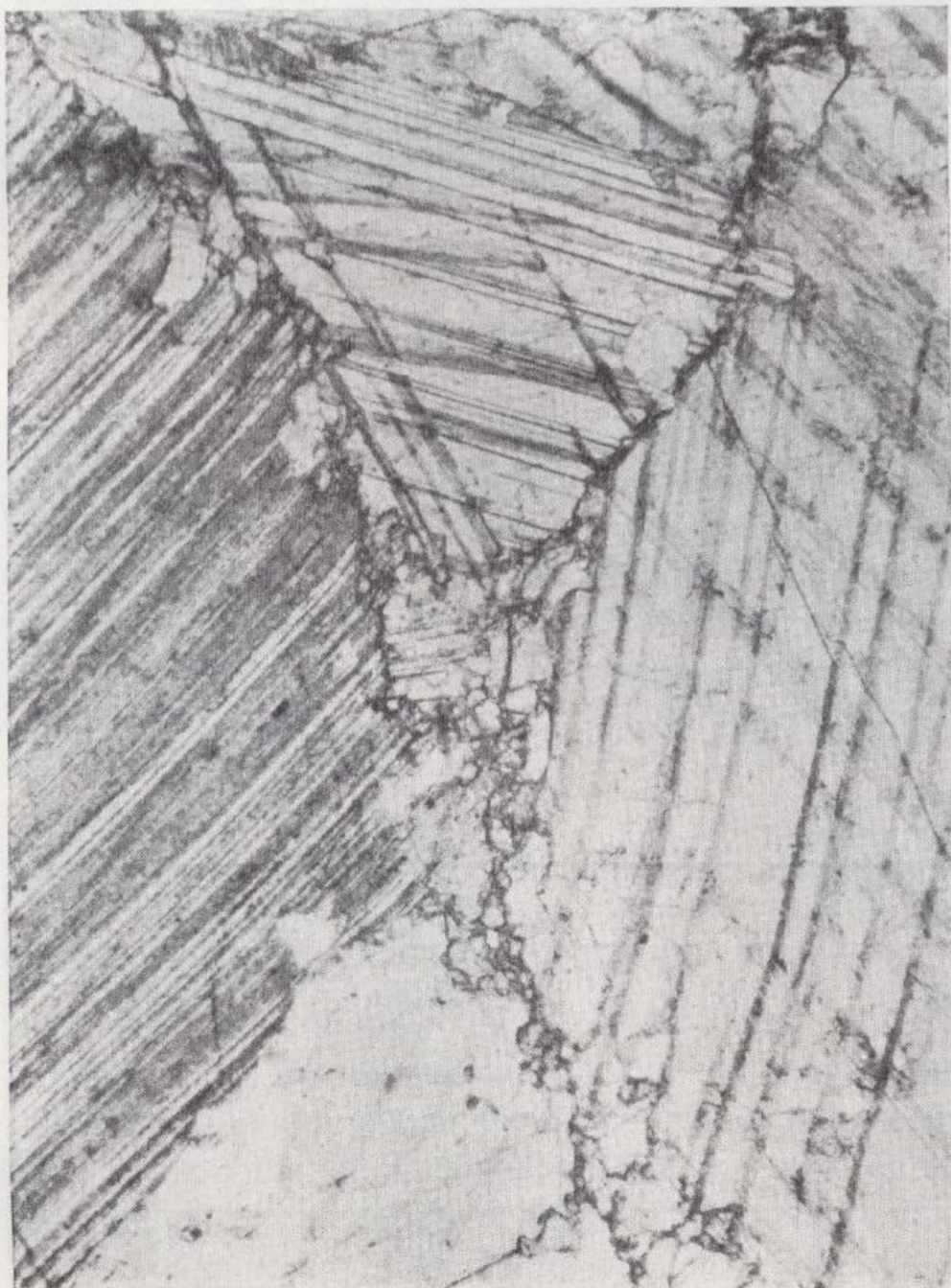


tir de los efectos y cambios petroestructurales observados, Friedman (1963).

En este sentido, las variedades textuales, zonas de microgranulación y cataclasis, así como otros elementos primarios granulométricos, se convierten en defectos que alteran, en principio, la uniformidad estructural de la roca, y a menudo se traducen en zonas de debilidad mecánica y de anisotropía en la resistencia, puestas de manifiesto al realizar los ensayos mecánicos.

*Cataclasis.*—Uno de los principales mecanismos de deformación desarrollado durante los procesos tectónicos es sin duda la cataclasis, que comporta fricción intergranular, microgranulación, movimientos diferenciales intragranulares (traslación y maclación), microfacturación, y otros procesos que conducen, por lo general, a una reducción del tamaño del grano en las zonas más afectadas.

El mármol de Gualba presenta en su conformación natural alguno de estos signo cataclásticos aunque a escala de reducida intensidad. Una vez ensayados pueden observarse tales signos a un nivel mucho mayor, como corresponde a rocas de grano



Figuras 1 y 2

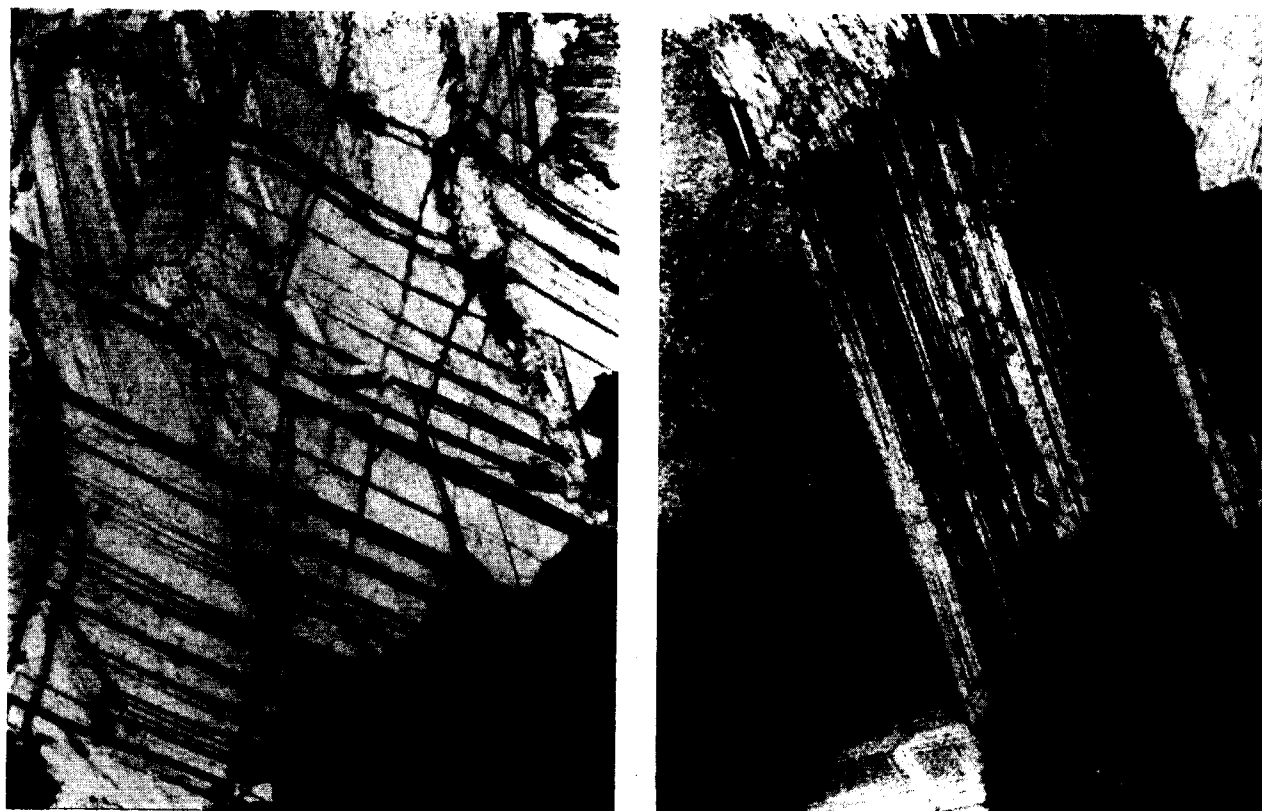
Aspectos de la microgranulación marginal, evidenciando fricciones y movimientos intergranulares relativos desarrollados en el mármol de Gualba durante su deformación experimental ( $\times 33$ , N. P.).

grueso no entremezclados, en las que han actuado esfuerzos mecánicos orientados provocando una cataclasis general. Estos defectos cataclásticos en las muestras postensayadas han sido observados mediante estudios microscópicos. Se ha observado así una mayor fricción en los bordes de grano ya que en ellos los movimientos intergranulares han sido lo suficientemente intensos como para producir una elevada microgranulación marginal, e incluso finos agregados pulverulentos (Figs. 1 y 2).

Las exfoliaciones aparecen generalmente deformadas, curvadas, con señales de traslaciones y deslizamientos intragranulares. Son frecuentes también las extinciones ondulantes de la calcita.

En el mármol de Gualba, en el que originalmente alrededor de un 10 por 100 de los granos de calcita están maclados a diferentes niveles (Montoto y Ordaz, 1971) se percibe, estudiando microscópicamente las muestras que han sido ensayadas a com-





Figuras 3 y 4

Maclas polisintéticas en la calcita de carácter mecánico desarrolladas en el mármol de Gualba ensayado a compresión (x33, N. C.).

presión hasta su rotura final, un aumento no sólo de los individuos maclados (muchos de ellos maclados mecánicamente Figs. 3 y 4) sino también de la intensidad de la maclación, con la aparición de maclas de deformación de las llamadas conjugadas (Fig. 5) cuya presencia en la roca antes de los ensayos no ha sido detectada.

Este tipo particular de maclación mecánica en la calcita que acostumbra a aparecer en rocas intensamente tectonizadas (observable en algunos aflora-

mientos marmóreos de la zona de Gualba) se ha citado también con frecuencia en mármoles deformados triaxialmente.

En nuestro caso, determinados niveles de esfuerzos de compresión uniaxiales próximos a los que definen la resistencia a la rotura del mármol de Gualba, habrían bastado para promover, en algunos cristales de calcita de favorable predisposición, este tipo de dislocación mecánica.

En la Tabla I, vienen representados los porcenta-

TABLA I

Maclación en granos de calcita	Muestra Pre-ensayo	% Relat.	Muestra Post-ensayo	% Relat.
No maclados	274	91,3	254	84,6
De 1-3 maclas	15	5,0	25	8,3
De 3-6 maclas	7	2,3	10	3,3
Más de 6 maclas	4	1,3	9	3,0
Maclas conjugadas	—	—	2	0,6
<b>TOTAL GRANOS</b>	<b>300</b>	<b>99,9</b>	<b>300</b>	<b>99,8</b>



Figura 5

Ejemplo de maclas de deformación múltiples conjugadas, en el mármol de Gualba deformado experimentalmente (x22, N. C.).

jes de individuos no maclados y maclados a distintos niveles calculados a partir de 300 granos de calcita, en sendas preparaciones obtenidas de muestras antes y después del ensayo de compresión simple.

En cuanto a la orientación de las maclas de calcita consideradas como mecánicas, parece haber concordancia con lo señalado por Friedman (1963) de que las maclas resultantes se disponen subparalelamente (a ángulos menores de 45°) con respecto al eje mayor principal de compresión.

Otro rasgo interesante, muy relacionado con las maclas, es la aparición de bandas de deformación a modo de láminas no macladas, Turner (1953) y que también evidencian los efectos causados por las presiones dirigidas en los cristales de calcita.

Finalmente, la microfracturación granular, casi siempre según los planos de mayor debilidad mecánica, es otro carácter general que se integra dentro de los efectos cataclásticos observados en las muestras rocosas compresionadas (Figs. 6 a y b).

**Recristalización.**—Los procesos de recristalización natural comportan por lo general una reorganización de la estructura cristalina dando lugar a nuevas orientaciones cristalográficas y morfológicas significativas, de gran interés por las consecuencias mecánicas a que ello da lugar.

Griggs, Turner y Heard (1960) estudiando la recristalización en el mármol de Yule sometido a tracción bajo elevadas tensiones triaxiales, llegan a la conclusión de que los ejes "c" de los nuevos granos formados, ya sea en el interior de otros granos preexistentes o en las interuniones granulares, se orientan muy oblicuamente (60-80°) con respecto al eje de extensión de la probeta ensayada. Si a ello se añade que en los ejemplares intensamente deformados, los bordes de los granos se alinean paralelamente a la dirección de extensión (resultado que se obtendría al aplicar el principio de Riecke bajo condiciones de tracción), se puede decir con Green et al. (1970) que la mayor parte de las orientaciones preferentes se originan durante la recristalización sin-tectónica, tal vez modificada por alguna otra fase posterior de recristalización. En este sentido es interesante la observación de Turner (1953) de que la concentración de ejes ópticos es menor en el caso de las deformaciones naturales. Ello parece deberse a un efecto eliminador de orientaciones desarrollado durante las fases de recristalización sincrónicas a la deformación, las cuales tienen mucha importancia en los procesos naturales y más bien escasa en los de deformación experimental.

Así mismo, la mayor o menor intensidad de estas deformaciones tanto ópticas como morfológicas puede ayudar a evaluar de una manera aproximada y relativa la mayor o menor recristalización sufrida por la roca que, obviamente, estará ligada a su deformación.

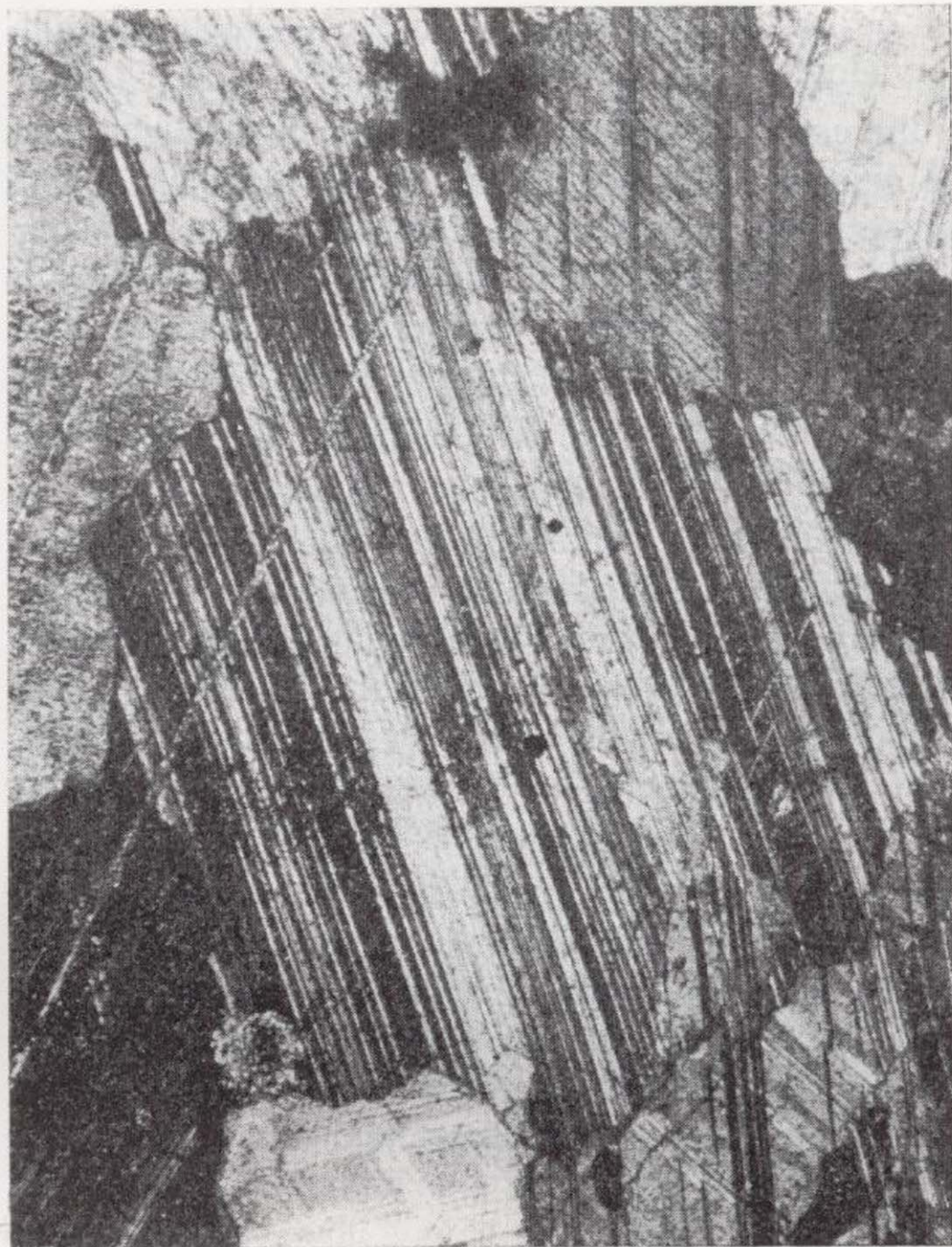
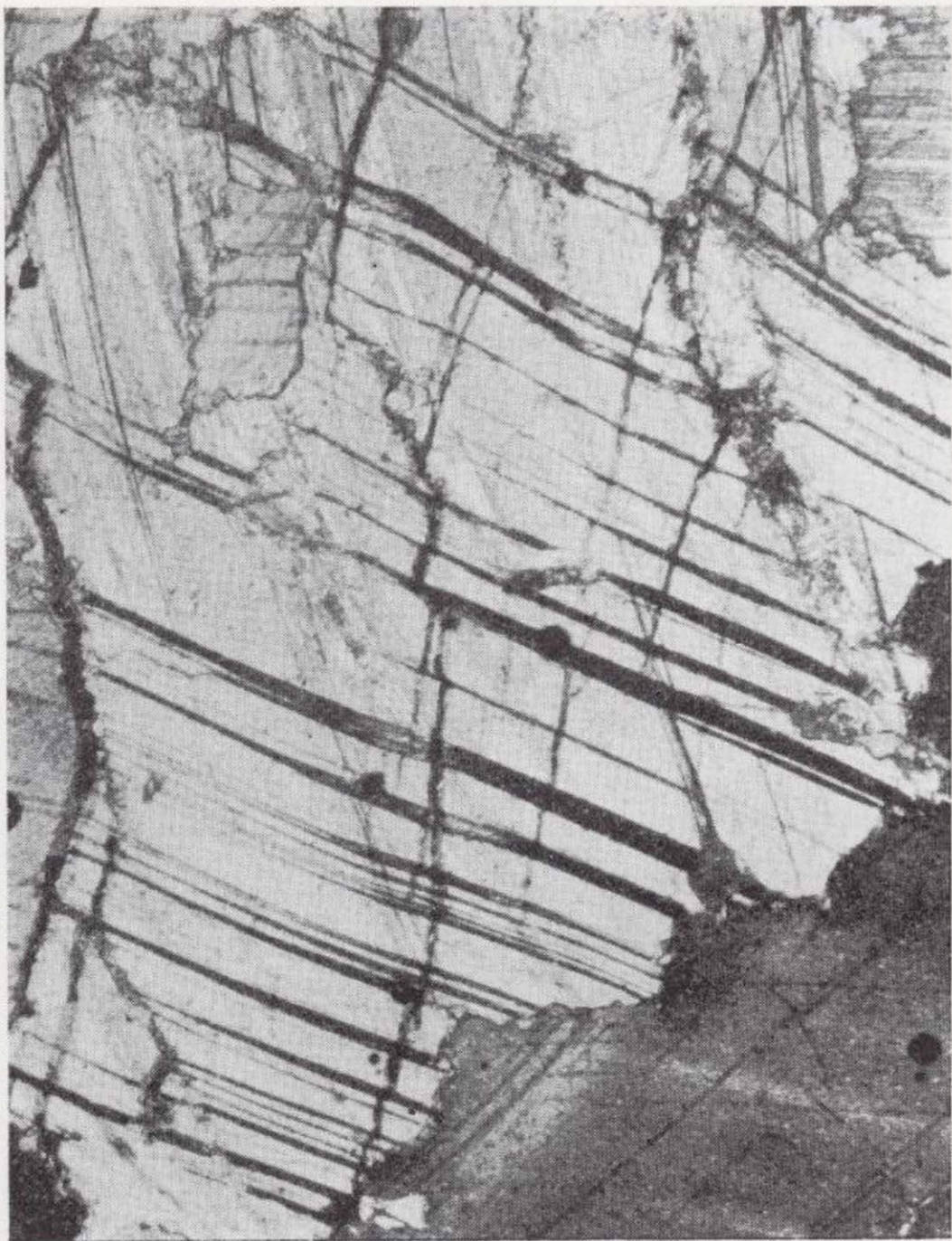
Las anisotropías que de ello puedan derivarse serán tanto mayores cuanto mayor haya sido la deformación y recristalización de la roca.

En el mármol de Gualba, al no haberse observado ni fuerte orientación óptica de los cristales de calcita ni una clara elongación granular, no puede hablarse con seguridad de anisotropías de estos tipos, al menos de una manera general.

V. MICROFISURACIÓN Y HUECOS.

**Microfisuración.**—Juega un papel esencial en el comportamiento mecánico de las rocas, por cuanto su variabilidad proviene principalmente de la fisu-





Figuras 3 y 4

Maclas polisintéticas en la calcita de carácter mecánico desarrolladas en el mármol de Gualba ensayado a compresión ( $\times 33$ , N. C.).



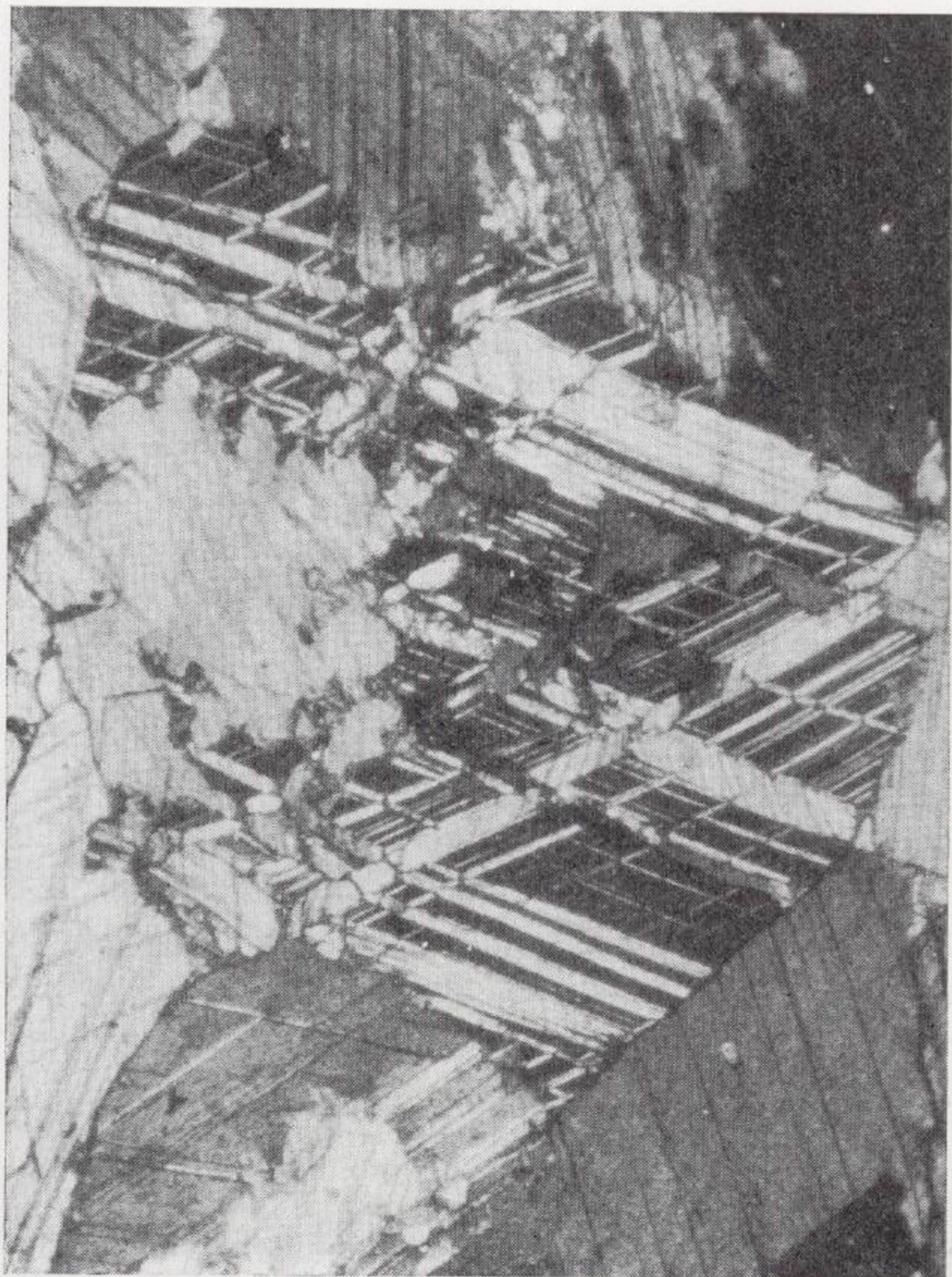
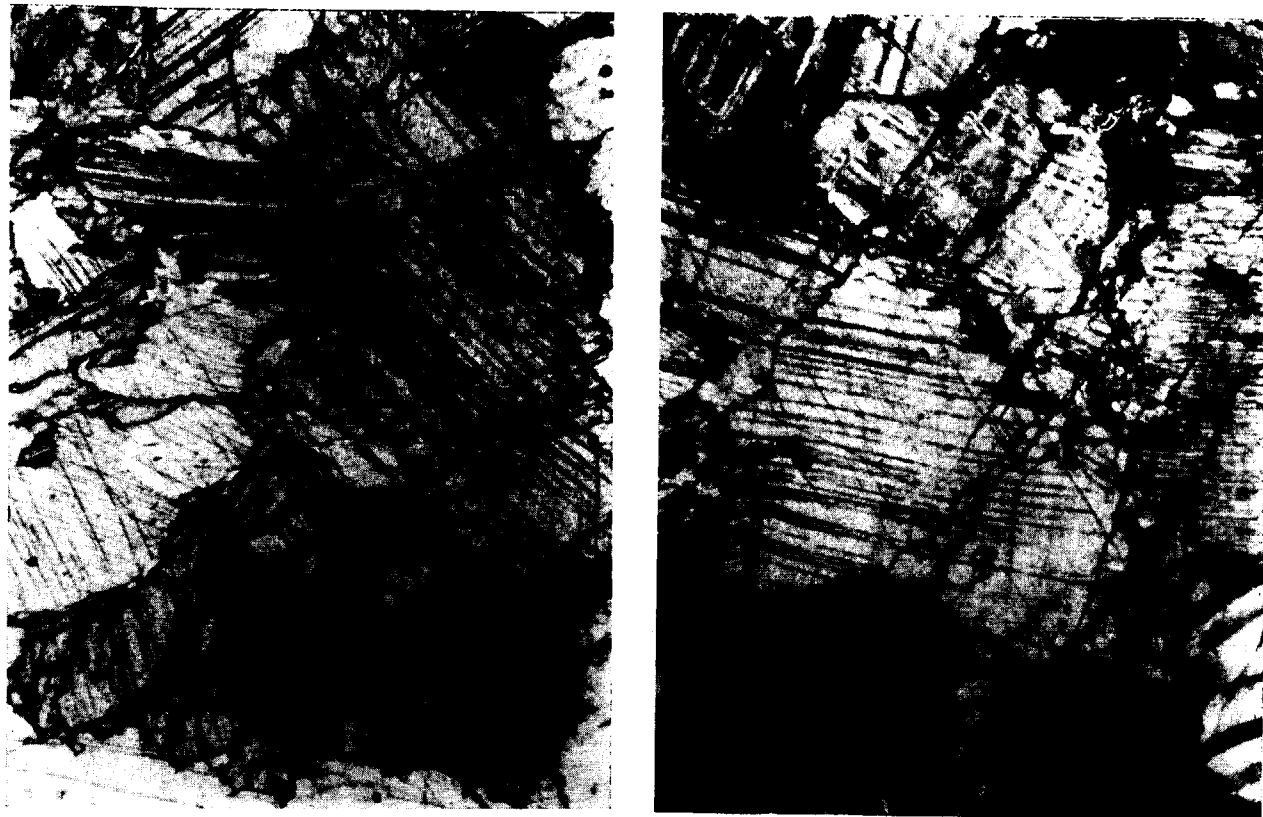


Figura 5

Ejemplo de maclas de deformación múltiples conjugadas, en el mármol de Gualba deformado experimentalmente ( $\times 22$ , N. C.).





Figuras 6 a y b

Aspectos de la cataclasis general del mármol de Gualba ensayado a compresión. Se observan entre otros fenómenos: maclas mecánicas, bandas de deformación, microgranulaciones, fracturas y microfisuración (×13, N. P ×15, N. C.).

ración que presenten, disminuyendo sus propiedades geomecánicas sensiblemente al aumentar aquella, Habib y Bernaix (1966). En consecuencia, la preexistencia de microfisuras en la roca crea discontinuidades que lógicamente deberán influir en detrimento de su resistencia, y es presumible que condicionen en gran parte su modo de rotura.

Koide, Hoshino y Naguno (1970) señalan que las microfisuras aparecen ya en el primer estadio de la deformación, y que al ir aumentando el valor de la carga aplicada, a la vez que aumenta su número, tienden a concentrarse según la dirección de máxima tensión y la de dos direcciones conjugadas (a unos 30-40°) de ésta. Esta concentración se realiza según ciertas "bandas de deformación", la cuales al ir ensanchándose y creciendo debido a la reunión e interacción de varias de ellas, van desarrollando un resquebrajamiento en la roca que se traduce en macrofracturas y rotura final. Asociadas a estas mi-

crofisuras maestras existen otras de extensión, menos importantes en número y longitud, aproximadamente normales a las principales.

La localización de las microfisuras es también significativa, dado que para su desarrollo aprovechan ciertos defectos petroestructurales intrínsecos, como pueden ser: exfoliaciones, dislocaciones cristalinas, bordes de grano, microfracturas preexistentes, etc., etc. y para una deformación dada su crecimiento y proporción numérica está en función de estas discontinuidades, Montoto y Esbert (1971).

El estudio microscópico de las microfisuras en muestras de mármol de Gualba que han sido sometidas a compresión revela, como es lógico, un incremento en número y alcance, de aquellas discontinuidades; resultado no sólo del crecimiento y propagación de algunas preexistentes en la roca, sino también de la formación de nuevas microfisuras

originadas a partir de núcleos de inestabilidad y debilidad mecánica, como los ya mencionados en apartados anteriores (Fig. 7).

De todas ellas las que más abundan son las de tipo intragranular (que afectan a un solo grano), en mayor proporción incluso que en las muestras naturales no ensayadas, en las que las intragranulares constituyen la mayor parte del conjunto microfisural (Montoto y Ordaz, 1971).

Las microfisuras transgranulares e intergranulares de mayor recorrido (afectando a varios granos) ya sean abiertas o cerradas, aunque menores en número no son menos significativas. Hemos podido notar que aquellas superiores a 2,5 milímetros son las que con preferencia tienden a concentrarse según el eje de máximo esfuerzo de compresión, dentro de un margen de 0-15° con respecto a éste.

En la Tabla II se representan porcentajes relativos de longitudes de microfisuras comprendidas entre 0,1 y 4,0 milímetros, contadas en preparaciones correspondientes a muestras no ensayadas y ensayadas mecánicamente, sobre un total de 175 y 320 microfisuras respectivamente.

En algunas de las microfisuras se nota que han sido afectadas y desplazadas por pequeñas fracturas dentro de los granos de calcita. Para este caso concreto se demuestra que el microfalloamiento de los cristales de calcita ha sido posterior a la formación de la fisura, y que los mecanismos de dislocación de la calcita han ocurrido una vez iniciada la propagación de la microfisura que, como ya se ha señalado, aparecen en los primeros estadios de la deformación.

En otros lugares se observa con claridad el proceso de coalescencia de microfisuras. La interunión de dos microfisuras se realiza cuando éstas se disponen paralelamente a una misma dirección pero separados por un pequeño intervalo, lo suficientemente estrecho como para permitir la unión a través de

otra microfisura transversal que las reúna definitivamente en una sola. La disposición ideal para que se inicie este crecimiento microfisural parece estar de



Figura 7

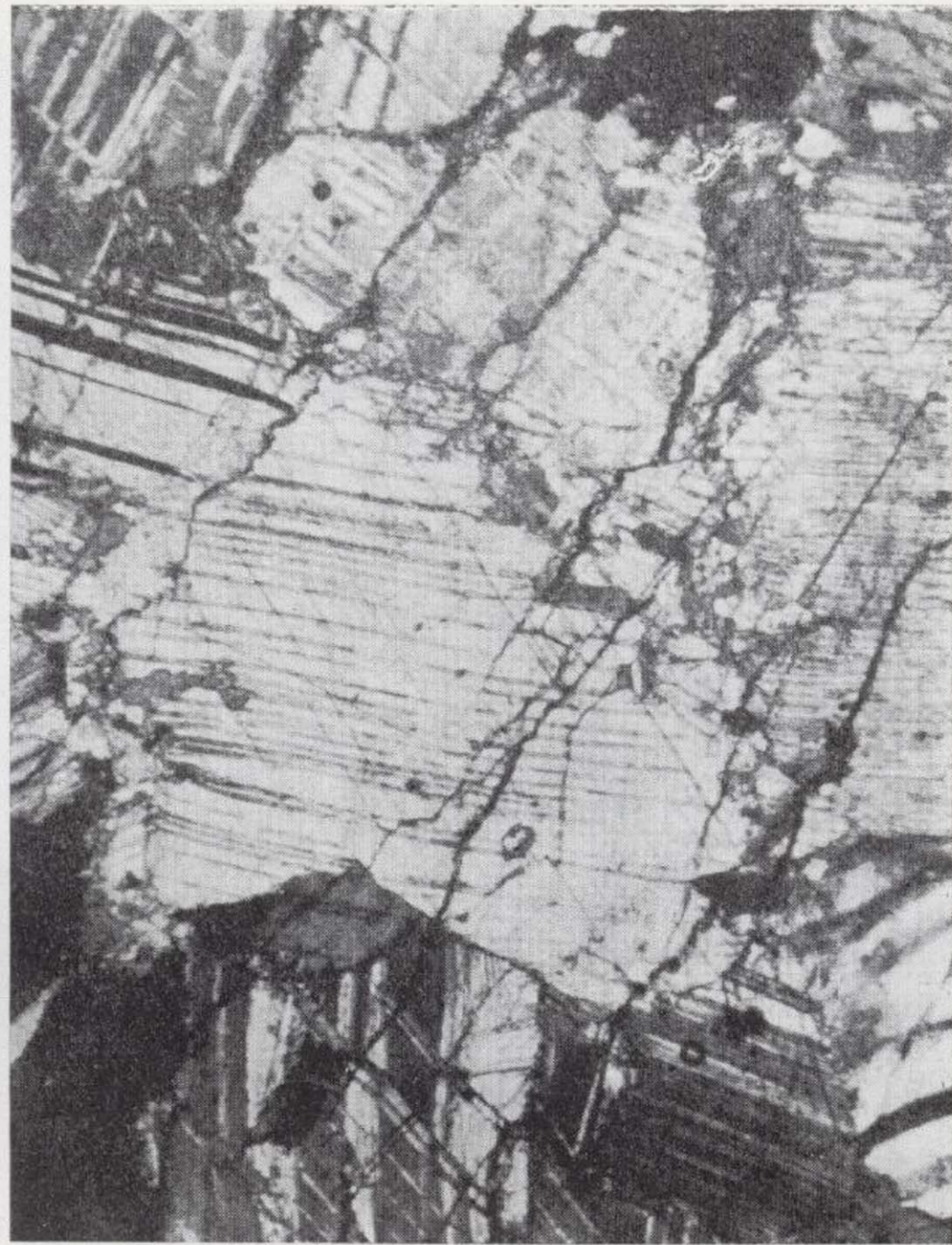
Microfisura intergranular incipiente promovida por la pérdida de cohesión entre los granos de calcita. (Mármol de Gualba ensayado a compresión, ×132, N. P.).

acuerdo con las ideas de Bombalakis (1968), quien supone una mayor facilidad de coalescencia para las microfisuras que sean escalonadas, y paralelas, inclinadas unos (45°) con respecto al eje de compresión,

TABLA II

MICROFISURAS	MUESTRA NO ENSAYADA		MUESTRA ENSAYADA	
	Número	% Relat.	Número	% Relat.
0,1-1,0	159	90,8	263	82,1
1,0-2,5	14	8,0	44	13,7
2,5-4,0	2	1,1	13	4,0
0,1-4,0	175	99,9	320	99,8





Figuras 6 a y b

Aspectos de la cataclasis general del mármol de Gualba ensayado a compresión. Se observan entre otros fenómenos: maclas mecánicas, bandas de deformación, microgranulaciones, fracturas y microfisuración ( $\times 13$ , N. P  $\times 15$ , N. C.).





Figura 7

Microfisura intergranular incipiente promovida por la pérdida de cohesión entre los granos de calcita. (Mármol de Gualba ensayado a compresión,  $\times 132$ , N. P.).



con una longitud individual 20 veces superior a su espesor, y una separación en ángulo recto equivalente a 1/8 aproximadamente de su longitud.



Figura 8

Microfisura de recorrido mixto: transgranular (a través de los granos) e intergranular (a lo largo de las bordes de grano). Mármol de Gualba ensayado a compresión ( $\times 33$ , N. P.).

La densidad de microfisuras de Koide y Hoshino (1967), después de los ensayos alcanza, en algunas de las zonas que han sufrido mayores esfuerzos, valores entre 6 y 8.

En cuanto a la relación entre microfracturas transgranulares e intergranulares T/I, los valores encontrados en el mármol de Gualba oscilan entre 2,8 y 3,0, lo que viene a demostrar una mayor preferencia de las fisuras a propagarse a través de los granos minerales, aprovechando direcciones de mínima resistencia del cristal (exfoliaciones, dislocaciones, huecos y microfracturas intragranulares). En este sentido, es de suponer la existencia de una mayor concentración de planos de debilidad y microdefectos favorables al crecimiento de las microfisuras

dentro de los cristales de calcita que no en las uniones intergranulares. A pesar de que éstas no constituyen enlaces muy fuertes y su papel, como el de los bordes de grano, tenga también su importancia en ningún caso desdeñable (Figs. 8 y 9).

Por otra parte, dado que según Willard y Mc Williams (1969) la relación T/I en los mármoles varía inversamente con la resistencia a la rotura, un índice de alrededor de 3, como corresponde al mármol de Gualba, concuerda con los bajos valores que presenta su resistencia a la rotura por compresión uniaxial.

*Huecos.*—El papel de los huecos o vacíos parece, en cambio, mucho más restringido, principalmente por su relativa poca abundancia, en rocas que, como el mármol de Gualba, tiene una porosidad baja en gran parte debida, sin embargo, a la microfisuración abierta, con la cual están íntimamente relacionados.



Figura 9

Microfisura tipo "peñaños de exfoliación". Su propagación viene condicionada por los planos de exfoliación de la calcita. Mármol de Gualba ensayado a compresión ( $\times 33$ , N. P.).

## VI. SUMARIO Y CONCLUSIONES.

El propósito de este trabajo era investigar los principales factores petroestructurales del mármol de Gualba (Barcelona) que pudieran tener una mayor influencia sobre su comportamiento mecánico bajo esfuerzos uniaxiales de compresión, con el fin de intentar correlacionar alguna de sus características petrográficas con los resultados obtenidos en los ensayos mecánicos.

Por todo ello, las probetas de mármol después de ser ensayadas mecánicamente se estudiaron microscópicamente para poder precisar los cambios microestructurales habidos en la roca. Los análisis y observaciones comparativas de los caracteres intrínsecos del mármol antes y después de las pruebas experimentales se enfocaron al objeto de contribuir a un mayor discernimiento de sus cualidades resistentes, y a la elaboración de unas conclusiones basadas en los criterios petrográficos más aceptables registrados en los dos trabajos anteriores, Montoto y Ordaz (1971, 72).

Entre las conclusiones a destacar en las muestras ensayadas experimentalmente destacan:

- 1) La cataclasis general es muy intensa: fricciones intergranulares, microgranulaciones marginales, movimientos diferenciales intracristalinos, microfracturación, etc. La maclación, sobre todo polisintética, afecta a un mayor número de individuos de calcita (15 por 100 de los granos) y aparecen maclas conjugadas.
- 2) Las microfisuras de tipo intragranular (más del 70 por 100 del total generalmente) están muy repartidas por toda la roca. Las de mayor longitud tienden a disponerse paralelamente al eje de mayor compresión en la probeta; en su recorrido predominan los tramos microfisurados transgranulares sobre los intergranulares (relación  $T/I \cong 3$ ). Esto demuestra una cierta preferencia de las fisuras a propagarse a través de los granos de calcita, aprovechando para ello los planos de menor resistencia o mayor debilidad dentro de cristal (por ejemplo: las exfoliaciones).
- 3) Los bajos valores de resistencia a la compresión simple del mármol de Gualba pueden explicarse, a nuestro entender, a partir de varios factores petrográficos intrínsecos de la roca, previos a su deformación experimental, entre los que destacan:
  - a) Gran facilidad de deformación mecánica

(por traslación y maclación) de los cristales de calcita.

- b) Tamaño de grano relativamente grueso; promedio 1,2 milímetros.
- c) Uniones intergranulares no muy fuertes con bordes de grano poco trabados y ausencia de suturaciones.
- d) Mayor posibilidad de deslizamientos y movimientos intergranulares, como consecuencia de c), y de la forma de los granos no elongada por lo general.
- e) Presencia de signos de cataclasis que responden a una deformación anterior natural, aunque ligera del mármol.
- f) Abundancia de fisuras y microfisuras muy extendidas por la toda la roca.

## BIBLIOGRAFIA

- ALBISSIN, M. D'. (1963): "Les traces de la deformation dans les roches calcaires". Rev. Geogr. phys. Géol. Dynam. Fr. (2). Vol. V, fasc. suppl.
- ALBISSIN, M. D'. (1966): "Mécanique cristaux et des agrégats des cristaux de calcite" 1st Congr. Inter. on Rock Mech. Lisboa. Vol. 1; pág. 169.
- BARRETT, C. S. (1952): "Structure of metal". Mc Graw-Hill Book C. Inc. New York.
- BOMBALAKIS, E. G. (1968): "Photoelastic study of initial stages of brittle fracture in compression". Tectonophysics, Vol. 6 (6), págs. 461-473.
- BORETTI-ONYSZKIEWICKZ, W. (1966): "Joints in the flysch sandstone on the ground of strength examinations". 1st. Congr. Inter. on Rock Mech. Lisboa. 2-10.
- BORG, I.; FRIEDMANN, M.; HIGGS, D. V.; HANDIN, J. (1960): "Experimental deformation of St. Peter Sand: a study of cataclastic flow". En "Rock Deformation". Geol. Soc. Amer. Mem. 79, págs. 133-191.
- BONG, I.; HANDIN, J. (1966): "Experimental deformation of crystalline rocks". Tectonophysics, vol. 3, págs. 249-368.
- BRACE, W. F. (1965): "Relation of elastic properties of rocks to fabric". J. Geophys. Res. Vol. 70, núm. 22, páginas 5.657-5.667.
- CARTER, N. L.; CHRISTIE, J. M.; GRIGGS, D. T. (1964): "Experimental deformation and recrystallization of quartz". J. Geol. Vol. 72, núm. 6, págs. 687-733.
- DREYER, N. W. (1966): "Grunlareruntersuchungen Auf dem Gebiet der Gesteinesmechanik". 1st. Congr. Inter. on Rock Mech. Lisboa. 2-17.



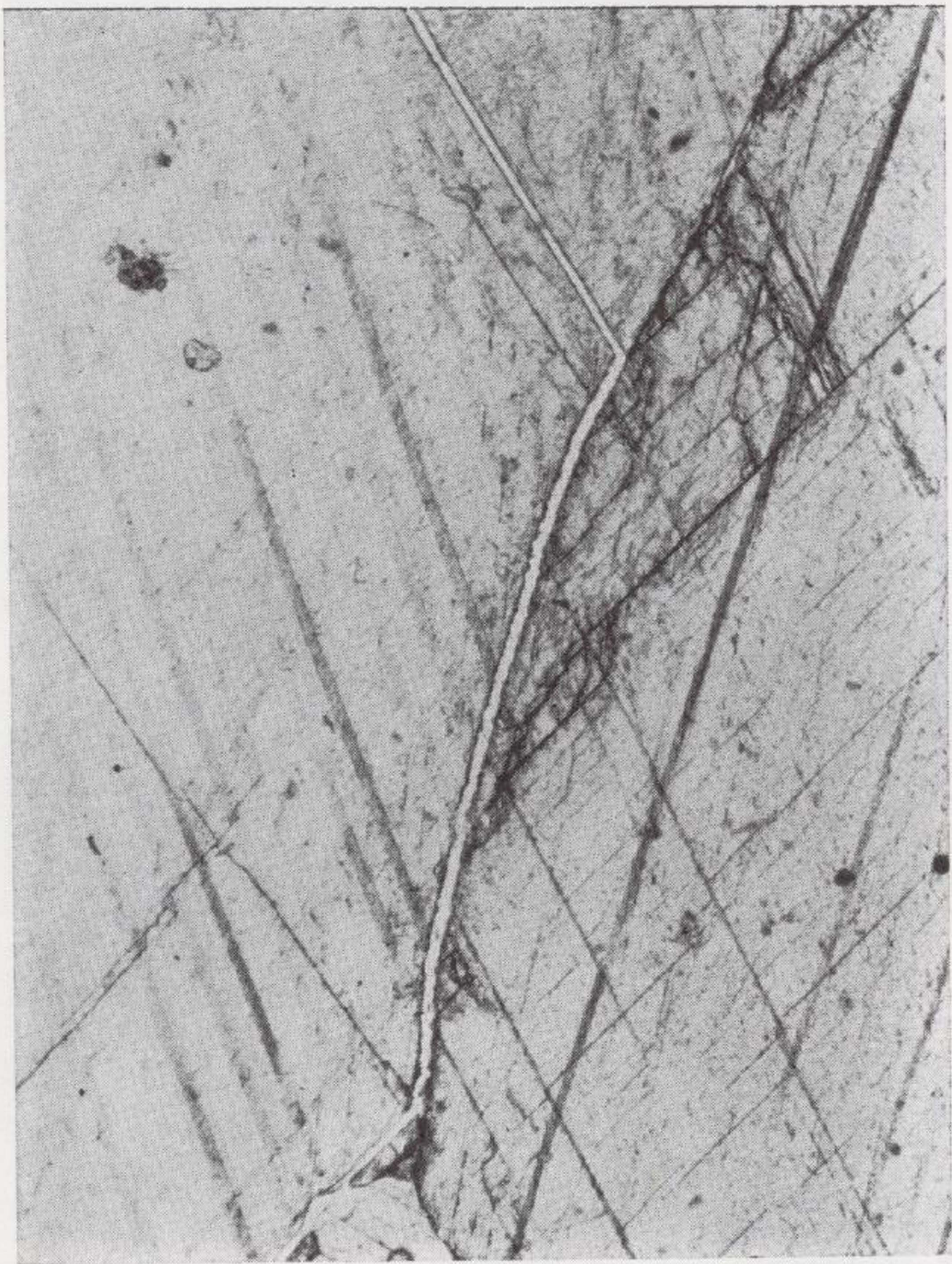


Figura 8

Microfisura de recorrido mixto: transgranular (a través de los granos) e intergranular (a lo largo de las bordes de grano). Mármol de Gualba ensayado a compresión ( $\times 33$ , N. P.).



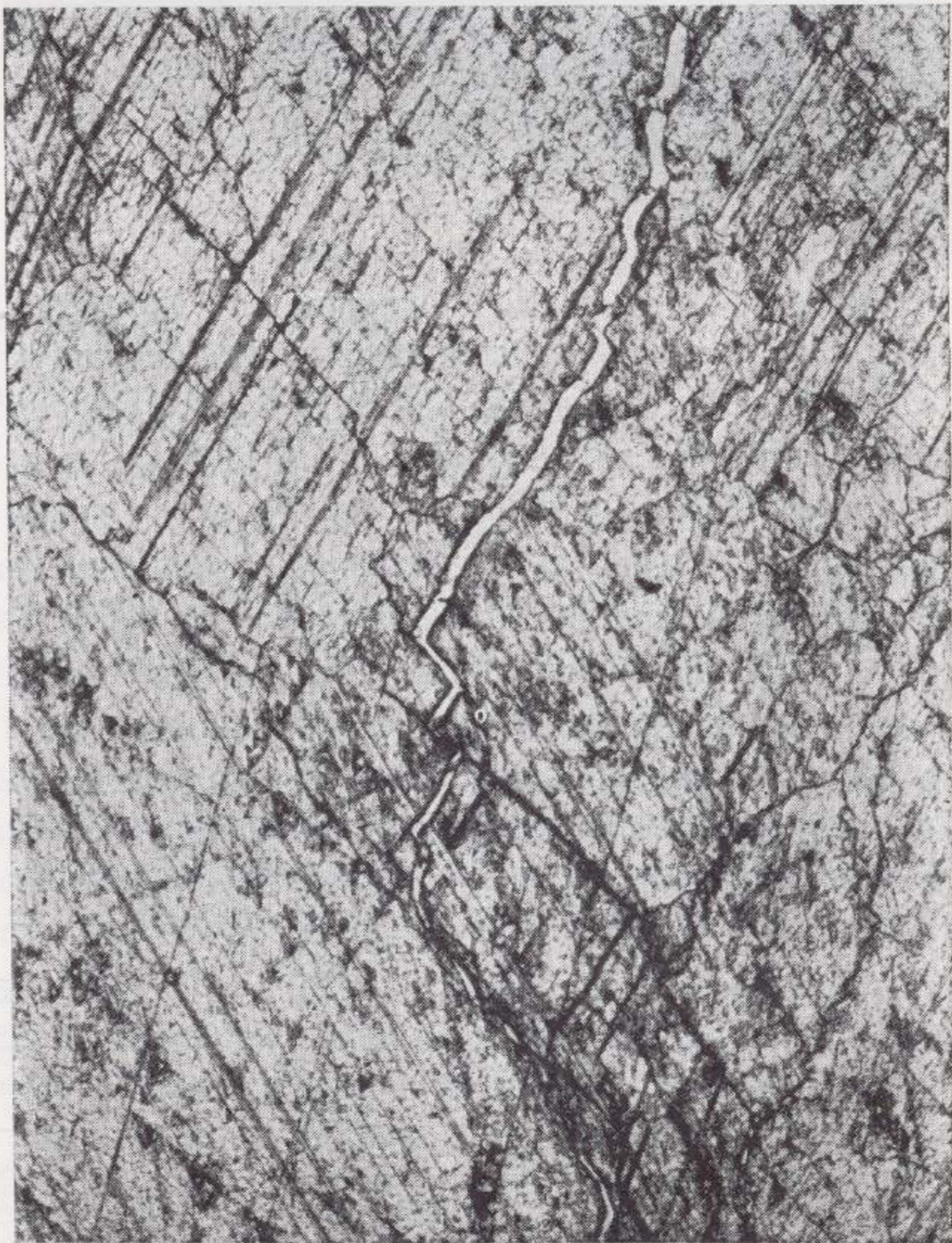


Figura 9

Microfisura tipo "peñaños de exfoliación". Su propagación viene condicionada por los planos de exfoliación de la calcita. Mármol de Gualba ensayado a compresión ( $\times 33$ , N. P.).



- EMERY, C. L. (1963): "Strain energy in rocks". En "State of the stress in the earth's crust". El sevier Ed. New York, págs. 135-180.
- FRIEDMAN, M. (1963): "Petrofabric techniques for determination of principal stress directions in rocks". En "State of the stress in the earth's crust". Elsevier Ed. New York, págs. 451-567.
- GREEN, H. W.; GRIGGS, D. T.; CHRISTIE, J. M. (1970): "Syntectonic annealing recrystallization of fine-grained quartz aggregates". En "Experimental and natural Rock Deformation" (Ed. P. Paulitsch). Springer-Verlag. Berlín/Heidelberg.
- GRIGGS, D. T.; TURNER, F. J.; BORG, I.; SOSOKA, J. (1953): "Deformation of Yule marble. Part. V.: Effects at 300°C". Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 64, págs. 1.327-1.342.
- GRIGGS, D. T.; TURNER, F. J.; HEARD, H. C. (1960): "Deformation of rocks at 500° to 800°C". En "Rock Deformation". Geol. Soc. Amer. Mem. núm. 79, páginas 39-104.
- HABIB, P.; BERNAIX, J. (1966): "La fissuration des roches". 1st Congr. Inter. on Rock Mech. Lisboa. 216.
- HANDIN, J. (1966): "Strength and ductility". En "Handbook of Physical Constants". (S. P. Clark Jr. Ed.) Geol. Soc. Amer. Mem., núm. 97, págs. 223-289.
- HOUPERT, R. (1966): "Variation de la résistance a la compression simple des roches grenues en fonction de la vitesse de mise en charge" C. R. Acad. Sci. T-262, páginas 1.423-1.425.
- HOUPERT, R. (1967): "La résistance a la rupture des granites". Rev. de l'Industrie Minérale, pag. 21.
- KAMB, W. B. (1959): "Theory of preferred crystal orientation developed by crystallization under stress J. Geol. Vol. 67, núm. 2, págs. 153-170.
- KOIDE, H.; HOSHINO, K. (1967): "Development of microfractures in experimentally deformed rocks". Zisin. Vol. 20, págs. 85-97.
- KOIDE, H.; HOSHINO, K. NAGUMO, S. (1970): "Process of fracturing of rocks under triaxial compression". 2nd. Symp. on Rock Mech., págs. 51-56.
- MONTOTO, M. (1970): "Aspectos microestructurales en la deformación de las rocas". Publ. Inst. Inv. Geol. Dip. Prov. Barcelona. Vol. XXIV, págs. 99-118.
- MONTOTO, M.; ESBERT, R. M. (1971): "Deformación y rotura de rocas; criterios petrográficos para su estudio". I Congr. Hispano-LusoAmericano de Geol. Econ. Madrid-Lisboa. E-5-11, págs. 129-147.
- MONTOTO, M.; ORDAZ, J. (1971): "Características petroestructurales de significado mecánico en el mármol de Gualba (Barcelona). Publ. Inst. Inv. Geol. Dip. Prov. Barcelona. Vol. XXVI, págs. 57-75
- MONTOTO, M.; ORDAZ, J. (1972): "Características mecánicas del mármol de Gualba (Barcelona), bajo compresión uniaxial". Acta Geológica Hispánica. Año VII, número 4, págs. 113-116.
- SANDER, B. (1930): "Gefügekunde der Gesteine". J. Springer, Viena.
- SIEMES, H. (1966): "Röntgenographische Bestimmung der Texturen von unverformtem und experimentell verformtem Solenhofener Kalkstein". 1st. Cong. Inter. on Rock Mech. Lisboa. 2-12.
- TURNER, F. J. (1953): "Nature an dynamic interpretation of deformation lamellae in calcite of three marbles". Am. J. Sci. Vol. 251, págs. 276-298.
- TURNER, F. J.; GRIGGS, D. T.; CLARK, R. H.; DIXON, R. H. (1956): "Deformation of Yule marble. Part VII: development of oriented fabrics at 300°-500°C". Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 67, págs. 1.259-1.294.
- URIEL, S.; BRAVO, B. (1970): "Brittle and plastic failure of rocks" 2nd Congr. Inter. on Rock Mech. Beograd. 3-20.
- WILLARD, R. J.; MC WILLIAMS, J. R. (1969): "Microstructural techniques in the study of physical properties of rocks". Inst. J. Rock Mech. Min. Sci., Vol. 6, páginas 1-12.

Recibido: marzo de 1973.

## INFORMACION

### Entrega del «Premio de Periodismo Santa Bárbara», 1972

En el Palacio de Congresos y Exposiciones, tras un almuerzo al que asistieron el Director General de Minas —Sr. Morales Abad—, el Director General de Prensa —Sr. Fernández Sardo—, el Presidente de la Agrupación de Periodistas de Información Económica y Redactor de la Sección de Economía del Diario "Ya"—Sr. Villalobos—, el Jurado Calificador en pleno—Sres. Izaguirre Rimmel, Rodríguez Alfaro, Badillo Díez, Gálvez-Cañero y González-Luna y Quesada García—, así como innumerables periodistas pertenecientes a los diarios y revistas que se publican en Madrid, se procedió a la entrega del Premio de "Periodismo Santa Bárbara" 1972, dotado con 100.000 pesetas, al galardonado Sr. Fernández Sanz, por el conjunto de sus artículos publicados en el Suplemento económico del diario "Informaciones", así como por otros trabajos difundidos por la agencia Pyresa de la que es redactor.

Asimismo, se hizo entrega del accésit extraordinario de 40.000 pesetas a don Gonzalo García Sánchez (Garcival) por sus artículos publicados en el diario "ABC" de Madrid.

*Palabras pronunciadas por el Director del IGME, señor Izaguirre Rimmel en el acto de entrega del Premio de Periodismo "Santa Bárbara" 1972.*

Ilmos. Sres., amigos:

Nos hemos reunido hoy en torno a esta mesa para hacer entrega del IV Premio "Santa Bárbara" de Periodismo, instituido para premiar cada año a los periodistas que más se hayan distinguido en la difusión, dentro de los medios informativos nacionales, de la labor del Instituto Geológico y Minero de España.

A los nombres de Vázquez Prada, Calvo Hernando y Rodríguez Alfaro, que obtuvieron brillantemente este galardón en los tres primeros premios, hemos de añadir este año dos nombres más: Fernández Sanz y García Sánchez (Garcival).

Fernández Sanz es un periodista veterano, formado en las primeras promociones de la Escuela de Periodismo y con una vocación especializada en los temas económicos, que se inicia en la revista "España Económica", donde ocupa varios años el cargo de Subdirector, continuada

en otras publicaciones y desarrollada actualmente en la Agencia Pyresa y el diario "Informaciones". Su trabajo, de gran calidad técnica y extensión informativa, le ha llevado a obtener este IV Premio "Santa Bárbara".

García Sánchez, Garcival, es un joven periodista, cuyo gran interés por los temas mineros tiene seguramente su origen en su entronque leonés; nació en un pueblo minero de aquellas bellas montañas, llenas de entrañables recuerdos para él y para mí. Lleva en su corazón la minería y este afecto se plasma en los interesantes trabajos que desarrolla como colaborador de "ABC". El Jurado le concede un accésit, en premio a su esfuerzo.

A ambos mi enhorabuena y mi agradecimiento por su labor.

Para este año hemos elegido como Tema LA INVESTIGACION DEL SUBSUELO EN LA ECONOMIA ESPAÑOLA. En pocas palabras quiero explicaros la importancia que a mi juicio tiene.

España es un País de grandes y de variados recursos mineros, cuya explotación no ha cesado desde nuestra historia hasta nuestros días. La fama de sus yacimientos de oro, plata, plomo, mercurio y piritas, que empieza con las primeras civilizaciones asentadas en la Península Ibérica, continúa manteniendo su importancia a través de muchos siglos de historia. Somos, aún en la mente del mundo, un País minero y suministrador de materias primas.

Pero la realidad es que en los últimos años hemos dejado de ser País exportador de minerales, porque nuestra producción no ha crecido lo suficiente, para lograr adaptarse a la insaciable demanda de una industria que, alcanza en los últimos años, unas cotas de incremento de las más elevadas del mundo.

Así nos encontramos con que el déficit de la balanza comercial de 1972 presentó los siguientes saldos negativos:

	Millones de ptas.
Minerales metálicos ... ..	8.900
Minerales no metálicos ... ..	2.363
TOTAL ... ..	11.263



A cuyas cifras habríamos de añadir, para valorar nuestra real insuficiencia en productos mineros, el saldo, también negativo, de 7.000 millones de pesetas en metales importados y la enorme cifra de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, que ascendió en ese mismo año a 53.400 millones de pesetas.

Vemos, por tanto, que el balance negativo de nuestro comercio exterior de minerales, metales (excluido el acero) y combustibles asciende a la cifra de 71.863 millones de pesetas.

Aunque un país industrializado no puede pretender autoabastecerse de primeras materias, tampoco es conveniente que dependa hasta tal punto de las importaciones, sobre todo si una parte importante de esas primeras materias, es posible obtenerlas en el propio país, aprovechando mejor los recursos de su subsuelo.

El Ministerio de Industria, a través de la Dirección General de Minas, elaboró con el nombre de PNIM un estudio amplio y completo de la situación y los objetivos a lograr durante el actual Plan de Desarrollo. Este PNIM, como sabéis, se divide en cuatro programas: la investigación minera, la producción minera, la legislación y la política social minera.

Al IGME se le encomendó la acción estatal sobre el primero de estos programas, el PNIM, que empezamos a desarrollar en 1972. Comprende cuatro actividades básicas:

- La investigación de recursos minerales, con el fin de valorar mejor las reservas de los yacimientos conocidos o descubrir otros hasta ahora inéditos.
- La cuantificación de los recursos de aguas subterráneas, para su aprovechamiento racional. Recurso hasta ahora poco aprovechado o mal explotado y, cuya importancia para nuestro turismo, nuestra agricultura y nuestra industria, es enorme.
- La cartografía geológica y geotécnica, con calidades y material modernos, herramienta básica para todas las anteriores investigaciones y, para la planificación territorial de España.
- La investigación en el vasto campo de la mecánica de rocas, que permita tecnificar más los trabajos del subsuelo en las minas y las obras públicas.

Todos estos programas, están en marcha y sus resultados son optimistas y alentadores. Nos confirman que pese a su dilatada historia minera, que podría hacer temer un agotamiento, nuestros recursos mineros siguen siendo importantísimos, y han sido muy poco investigados. Por poco que se busque, aparecen muy agradables sorpresas.

En un solo año de actuación y, pese a que la investigación minera es lenta, hemos obtenido resultados prácticos muy interesantes en nuestras investigaciones de lignitos, turbas, minerales de cinc, plomo y estaño, que por sí solos justifican económicamente los cuatro años del PNIM. Tenemos justificadas esperanzas en otras investigaciones, aún en fase más retrasada y todo nos hace suponer que al final del cuatrienio, el balance resultará alto y claramente positivo.

Pero no basta el esfuerzo del Estado, aunque sea importante, es necesario que las empresas mineras, y el país en general, se mentalicen y comprendan el interés inmediato de estos esfuerzos, y contribuyan a ellos.

Por esa razón hemos elegido como tema para este V premio de "Santa Bárbara" el que antes os dije: LA INVESTIGACION DEL SUBSUELO EN LA ECONOMIA ESPAÑOLA.

Para estimular la divulgación de esta labor de investigación minera y sus repercusiones económicas y, para que la minería española siga airoosamente su largo camino y estos recursos que la naturaleza ha puesto a nuestro alcance no dejen de aprovecharse, en beneficio del desarrollo de España. A todos os pido que nos ayudéis a través de los medios de difusión que tenéis en vuestras manos en esta labor. Sé que sois sensibles a todo cuanto contribuya al bien de España y, sólo puedo añadir a lo dicho:

Muchas gracias por el apoyo que siempre hemos encontrado en vosotros y, que estoy seguro que seguiremos encontrado en lo sucesivo.

Muchas gracias también por vuestra atención.

\* \* \*

A continuación el Sr. Fernández Sanz agradeció el premio recibido con las siguientes emocionadas palabras:

Hace ahora un año aproximadamente iniciaba yo la publicación de los trabajos sobre investigación minera con los que luego optaría al Premio "Santa Bárbara". Como podéis imaginar este premio me ha supuesto toda clase de satisfacciones por lo que representa profesionalmente. Pero al mismo tiempo me ha permitido descubrir algo máspreciado para mí: la vocación, la responsabilidad y el interés por la labor de los hombres que llevan adelante estos trabajos en el Instituto Geológico y Minero de España.

Creo que es un privilegio el que tenemos los periodistas el de poder ser testigos de lo que ocurre en los más variados sectores del país y permitirme la pedantería de suponer que tal vez sea la nuestra, por ello, una de las últimas profesiones que puede todavía buscar ese anhelo de totalidad que tenían los clásicos. Pero al mismo tiempo esta es también nuestra servidumbre pues la mayoría de las veces no podemos llevarnos de las personas y de las cosas más que una visión superficial. No voy a analizar ahora los términos y consecuencias de esta contradicción y sí sólo a referirme al hecho de que, posiblemente por mi inclinación a tratar sobre estos temas, decidí detenerme algo más de lo que solemos y podemos en ellos.

A medida que avanzaba en mis trabajos aprendía nuevas cosas. Conocía los planes sobre geología y geotecnia, la investigación de aguas subterráneas y la de recursos minerales, los problemas del mineral de hierro y de las piritas y los múltiples mapas que a diferentes escalas está realizando el Instituto. Pero al mismo tiempo me

daba cuenta que detrás de las cifras y de los planes abstractos hay siempre un deseo humano de perfección.

Ver, por ejemplo, la colección de fósiles y minerales del museo instalado en el Instituto—visita que os aconsejo y que debo confesar que por mi parte desconocía hasta hace unos meses—es como tener delante lo que significa la historia del hombre. Porque todas aquellas muestras no tienen ningún significado sin referirse a no-

sotros los humanos. Igual ocurre, creo yo, con todas esas premisas económicas entre las que nos movemos; con ese motor del desarrollo, uno de cuyos puntales es la minería, que siempre podrá moverse mientras el hombre tenga esperanza.

Nada más, sino agradecer a los miembros del jurado esta distinción con que me han honrado, y a todos su presencia en este acto. Muchas gracias.

## Exposición permanente del IGME

En el Instituto Geológico y Minero de España se está preparando, en estos momentos, una exposición permanente que recogerá de una manera gráfica las principales actividades del Centro.

Ocupará gran parte de la planta baja y en sus sucesi-

vos stands podrá seguirse la marcha de los proyectos en que está empeñado el IGME, planes inmediatos y futuros, actividades de sus laboratorios, etc.

Se espera pueda inaugurarse dicha exposición en los primeros días del mes de julio.

## Noticias

### GEOLOGIA

#### LITOTECA EN EL IGME

Está constituyéndose en el IGME un almacén-litoteca de rocas y preparaciones procedentes de los diversos estudios que se realizan en este Centro.

Se hará especial énfasis en las rocas características y totalidad de las preparaciones correspondientes a cada una de las Hojas Geológicas del Magna.

Como forma de almacenamiento se ha adoptado el sistema "compactos" con lo que se aprovecha al máximo el espacio disponible. En estos momentos se procede al montaje de la estructura metálica que almacenará este material. También está en estudio la organización del funcionamiento hacia el exterior de esta valiosa información aquí almacenada. Como es natural su funcionamiento estará ligado a un ordenador con lo que se logrará una gran rapidez y precisión en obtener la información deseada.

#### ESTUDIO GEOLOGICO DE UNA ZONA DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Próximo a ser publicado el Estudio Geológico de una zona del Campo de Gibraltar que comprende las Hojas de San Roque y La Línea de la Concepción, a E.1:50.000, estudio que fue realizado hace algunos años por el IGME como infraestructura para ulteriores estudios geotécnicos que también se han realizado. Fue motivado por el enorme interés que ha mostrado el Gobierno en el desarrollo económico de aquella zona.

#### ESTUDIO GEOLOGICO DE LA PROVINCIA DE ALAVA

Se ha publicado el "Estudio Geológico de la Provincia de Alava" que en su día llevó a cabo el Instituto Geológico y Minero de España como parte de un Plan en colaboración con la Diputación Foral de Alava.

Este estudio se ha publicado dentro de la serie Memorias del IGME y se compone de 4 planos geológicos que comprenden la provincia de Alava, a E.1:50.000, cortes geológicos, columnas cronoestratigráficas detalladas, planos esquemáticos de evolución paleogeográfica, así como una detallada Memoria en la que se incluyen capítulos de Estratigrafía, Tectónica, Historia Geológica, Geología económica y estudios de Laboratorios (micropaleontología, macropaleontología y sedimentología). También se acompaña plano de situación de estas muestras así como de las fotografías tomadas.

#### EL AMBAR (1)

El ámbar de la Prusia Oriental goza de fama mundial por su fauna, vivo reflejo del bosque tropical que hace unos cincuenta millones de años—al comenzar el Terciario—cubría extensas zonas del Báltico, conservando en su resina polillas, hormigas, mariposas y mosquitos. Los restos conservados en esta resina no ha suministrado

(1) Resumen de una información del Dr. Harald Steinert.



hasta aquí criterios para la historia y evolución de los insectos y los arácnidos.

Se ha descubierto en el Líbano un rico yacimiento de ámbar, con una edad de casi ciento treinta millones de años (Cretácico Inferior), es el más antiguo del mundo y ofrece por vez primera información acerca de las fases tempranas de la evolución de los insectos.

Este ámbar ha resultado ser un "hallazgo clave", ya que fue encontrado tanto en el suelo fósil del bosque como en las arcillas y arenas de este suelo. De esta manera resultó posible por vez primera comprobar la gestación y los desplazamientos geológicos del ámbar. Parece que el ámbar del Líbano es la resina de una araucaria, es decir, posee una composición química no encontrada hasta la fecha. Se han descubierto en ese ámbar unos 200 fósiles, sobre todo insectos y ácaros de un poco más de dos milímetros de diámetro.

La fauna de insectos procede de un mundo vegetal primigenio. Entonces no había prácticamente plantas criptógamas, sino como plantas más desarrolladas únicamente las emparentadas con las coníferas. Dado que la vida de la mayor parte de los insectos y arácnidos está íntimamente vinculada con las criptógamas, en cuyas flores beben y cuyas hojas perforan para extraer su jugo, los insectos de una época geológica carente de criptógamas tienen que tener un aspecto completamente diferente y haber vivido de otra manera que los insectos actuales.

Algunos grupos de insectos no relacionados directamente con la flora, tales como las moscas y los mosquitos, estaban ya plenamente desarrollados también en la época del ámbar libanés y no se distinguían apenas de los actuales. Ello constituye otra sorpresa, porque hasta aquí estaba considerado ese grupo como geológicamente "joven". Los hemípteros, en cambio, se encontraban en esa época en una fase de desarrollo, de tal forma que no se podían dar por "concluidos" los grandes órdenes zoológicos. Esta evolución discurre paralelamente a la transformación de la flora. Parece ser que los tipos de insectos "tradicionales" se adaptaron mediante reestructuraciones simples de su anatomía a la nueva clase de alimentación.

El ámbar del Líbano ha suministrado además una sensación paleontológica: dos trozos perfectamente conservados de una pluma de ave que es sorprendentemente moderna. A tenor de su anatomía podría proceder de un ave actual, cuando en realidad pertenece a una época geológica en la que, por así decirlo, acababan de aparecer las aves en la Tierra. Se puede suponer que es de uno a cinco millones de años más joven que los estratos de la formación precedente o Jurásico Superior, en los que se hallaron los restos de ave más antigua del mundo: el ave primigenia del género *Archaeopteryx* de los esquistos de Solnhofen (Franconia), los cuales tenían todavía dientes en los maxilares y garras en las alas. Con éstas y otras características anatómicas revelan un estrecho parentesco con los antecesores de las aves: los rep-

tiles. Tanto más sorprendente es, pues, que casi en la misma época en que vivían esos animales se encuentren plumas de aves que por todos sus detalles morfológicos hay que calificar de "modernas".

#### PROFUNDIDAD DE LAS "RAICES" DE LOS ANDES

Para los geólogos consta América del Sur de dos elementos: de un extenso escudo de roquedo arcaico de fondo, que forma sobre todo el zócalo brasileño, y de los Andes, elemento éste de sorprendente juventud geológica. Inscrita en el escudo brasileño se encuentra la cuenca del Amazonas, cuya puesta en explotación interesa hoy a numerosos proyectos de desarrollo. Esta tierra llana, con una escasa altitud sobre el nivel del mar, actúa como una depresión rellenada con los materiales sueltos o sedimentos del gigantesco sistema fluvial. Hasta la fecha no ha podido demostrar nadie que la cuenca del Amazonas haya constituido jamás una estructura propia de hundimiento.

Según Hellmut Grabert (Krefed), los ríos de la cuenca actual del Alto Amazonas iban a parar al Pacífico en una época geológicamente no muy alejada de la actual. Cuando hace dos o tres millones de años comenzaron a plegarse los Andes, se les cerró a los ríos el camino hacia el Oeste, viéndose obligados a tomar la dirección actual. Entonces se produjo el transporte y sedimentación subsiguiente del material suelto que procede de la erosión de los Andes en trance de elevación.

Ni están explicadas todavía la estructura y la evolución de los Andes, que a juzgar por su actividad volcánica y sísmica están considerados como las zonas menos estables de la corteza terrestre. Un gran programa de investigación del Instituto de Geofísica de la Universidad de Kiel y de la "Carnegie Institution of Washington" sobre si los Andes, lo mismo que los Alpes, poseen "raíces orogénicas" que podrían llegar a 300 o más kilómetros de profundidad.

#### MINERIA

##### MINERIA DE PLOMO, COBRE Y PLATA. (PROYECTO ALANIS-CERRO MURIANO)

Dentro del Plan Nacional de la Minería, en el estudio de las provincias de Córdoba, Sevilla y Badajoz, comprendido en el Proyecto Alanís-Cerro Muriano, el Laboratorio de Petrografía y Metalogénia del IGME ha comenzado el estudio Metalogénico de la importante minería de Plomo, Cobre y Plata de dicha zona.

#### ESTUDIO METALOGENICO EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE HUELVA

En el Norte de la provincia de Huelva se está llevando a cabo un interesante estudio metalogénico por los laboratorios de Petrografía y Metalogénia del IGME, en el que se investiga la paragénesis mineral de las diversas labores mineras así como su relación genética con las áreas geológicas de la zona.

#### SE INICIA EL ESTUDIO GEOQUIMICO DENTRO DE LA RESERVA ZONA HUELVA

En la Reserva Zona Huelva se ha iniciado el estudio geoquímico de un área en la que se tienen fundadas esperanzas de encontrar metalizaciones de sulfuros complejos.

La parte correspondiente al estudio geológico-metalogénico de este área se lleva a efecto en los laboratorios de Petrografía y Metalogénia del IGME.

#### VISITA DEL DIRECTOR DEL IGME A LA ZONA DE HUELVA

En la semana del 21 al 26 de mayo, el Director del IGME acompañado del Jefe de la División de Investigaciones Mineras y del Jefe de los Proyectos que dicha División está llevando a cabo en la provincia de Huelva, se trasladó a dicha zona con objeto de un mayor conocimiento del Polo de Desarrollo de Huelva y su relación con la Industria Minera Provincial, visitando las principales explotaciones mineras de la zona y las investigaciones que realizan y, por último, inspeccionar directamente los trabajos que la División de Minería está realizando.

En dicha visita fue acompañado por el Delegado del Ministerio de Industria en dicha provincia, así como por el Ingeniero Jefe de la Sección de Minas y Delegado del IGME en la provincia de Huelva.

#### FINALIZA LA INVESTIGACION DE ORO QUE EN GUADALAJARA Y CIUDAD REAL HA LLEVADO A CABO EL IGME

Las investigaciones en Guadalajara (Nava de Jadraque) se dieron por terminadas en el mes de junio tras comprobar, mediante sondeos, que la riqueza en metal no hacía explotable aquel gran depósito de gravas terciarias.

Las investigaciones en Ciudad Real (Alcudía) han demostrado la existencia de extensas diseminaciones de oro de poco interés económico. Se da por finalizada la investigación.

#### EL CARBON EN 1972

La producción en los últimos años fue la siguiente:

1967	...	...	...	...	15.030.796
1968	...	...	...	...	15.153.620
1969	...	...	...	...	14.366.959
1970	...	...	...	...	13.581.937
1971	...	...	...	...	13.766.922
1972	...	...	...	...	14.210.000

En el quinquenio la producción ha sido absorbida por el consumo, con excepción de 1967 y 1968, en que el consumo fue inferior a la producción en 400.000 toneladas, sobre todo en carbones tipo vapor. En 1971 se mantuvo esa tendencia, y las existencias de hullas en bocamina al 31 de diciembre eran de 849.951 toneladas. Se estima que a fines de 1972 fueron de 726.000 toneladas de carbones no aptos para fabricación de coque y usos siderúrgicos, habiendo disminuido a consecuencia del mayor consumo de centrales térmicas.

La producción de carbones coquizables sigue insuficiente, con existencias en bocamina prácticamente nulas.

Las existencias totales en minas de las tres clases de combustibles eran de 1.354.355 toneladas a finales de 1971 y se estima fueron de 1.175.000 toneladas a fines de 1972, habiendo disminuido las de antracita y lignito por aumento de consumo en las centrales térmicas.

Se anuló prácticamente el consumo por los ferrocarriles, como consecuencia de su electrificación y dieselización.

Las importaciones de hullas en 1971 fueron de 3.012.571 toneladas, y la importación total alcanzó 3.039.130 toneladas, cuyo destino más importante fue para la industria siderúrgica: fábricas de la Empresa Nacional Siderúrgica de Avilés, de UNINSA en Gijón y Altos Hornos de Vizcaya, de Bilbao y Sagunto.

Las importaciones para 1972 se estiman en 2.848.000 toneladas, de las cuales unas 2.792.000 toneladas son de hulla coquizable.

Se ha equilibrado oferta y demanda de carbones de vapor y lignitos, como consecuencia de la gran actividad de las centrales termoelectricas.

No ha mejorado el problema de la mano de obra en las minas de carbón. Las plantillas siguen estabilizadas, e incluso disminuyen ligeramente, a pesar del elevado nivel salarial. Para corregir el gran absentismo del personal, las minas han creado una prima de asistencia, que solamente ha demostrado una relativa eficacia.

#### PRODUCCION DE COBRE EN NUEVA GUINEA

La Bougainville Copper Pty. Ltd. ha comenzado la explotación de sus grandes yacimientos de cobre en la isla de Bougainville, situada al Oeste de Papua, Nueva Guinea. Los trabajos de desarrollo en este proyecto, valuado en 475 millones de dólares, fueron iniciados hace ocho



años y quedaron terminados el pasado mes de febrero. La producción anual de concentrado de cobre alcanzará 150.000 toneladas y será adquirida bajo contrato por siete fundidores japoneses; la Norddeutsche Raffinerie de Alemania y Río Tinto-Patiño de España. La mina es propiedad conjunta de la Administración de Papua-Nueva Guinea: Conzinc Riotinto de Australia, y la New Broken Hill Consolidated Holdings Co.

## AGUAS SUBTERRANEAS

### DOCE LECCIONES SOBRE CRITERIOS ECONOMICOS PARA LA EXPLOTACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Organizado por el Servicio Geológico de Obras Públicas (Sección de Hidrogeología de la Dirección General de Obras Hidráulicas) y por el Doctorado de Geología Económica (Sección de Hidrogeología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid), se impartirán del lunes 11 al viernes 22, del presente mes de junio, doce lecciones sobre "criterios económicos para la explotación de las aguas subterráneas".

Las clases tendrán lugar en el III Pabellón de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense y el horario será de tarde.

### MAPA DE ESCORRENTIA TOTAL DE ESPAÑA

Se ha editado por el Centro de Estudios Hidrográficos, el mapa a escala 1/1.000.000 de escorrentía total, de España Peninsular e Insular. El período de recopilación de datos va desde 1912-13 a 1970-71.

Las isoclinas de escorrentía en mm, se representan en múltiplos de 100. En algunas zonas se han omitido las representaciones de las 1.000 mm y de algunas superiores a éstas, con el criterio de que la representación fuese más clara, ya que al ser deducidas por interpolación no se suprimen datos sin su trazado. Con esta cartografía se actualiza el mapa análogo publicado por el Instituto Geológico y Minero en 1971 y que forma parte de la Publicación Mapa Hidrogeológico Nacional junto con los Mapas de Síntesis de los acuíferos y de Reconocimiento Hidrogeológico.

### IMPORTANTES RESERVAS DE AGUAS SUBTERRANEAS EN BRASIL

Se ha descubierto en la altiplanicie de Puebla/Tlaxcala importantes reservas de agua subterránea, en Brasil (Norte de Bahía), en una zona sometida a condiciones climá-

ticas muy adversas, unas reservas de agua potable suficientes para abastecer una población de 5.000 personas y el ganado correspondiente. Una "Misión aerogeofísica-Belo Horizonte" se dedica desde hace dos años a la prospección aérea de yacimientos situados en el Brasil central y, sobre todo, a estudiar la repartición de los yacimientos de uranio que en el transcurso de los próximos años serán objeto de prospecciones por parte de expediciones terrestres.

En Argentina se han dedicado hidrólogos a la búsqueda de agua subterránea. Éxito han tenido las proyecciones de mineral de cobre en el Norte de Bahía, donde de un total de 33 puntos prometedores, tres se han revelado como explotables y uno como particularmente favorable para su explotación. Este último yacimiento contiene no sólo cobre, sino también níquel, se estudia además el origen y desarrollo de los estratos rocosos que contienen diamantes en el Estado brasileño de Minas Gerais, que hasta fines del siglo pasado fue la mayor zona productora de diamantes del mundo y que sigue jugando todavía un importante papel como zona diamantífera.

## GEOLOGIA MARINA

### EL IGME REALIZA LA INVESTIGACION DE LA PLATAFORMA SUBMARINA DE HUELVA. (PROYECTO FOMAR)

Durante 1972 se ha reconocido la plataforma costera desde la desembocadura del Guadiana hasta la bahía de Huelva. Se efectuó un estudio geofísico de los arenales submarinos para determinar su morfología, tomándose muestras de estos fondos arenosos y de las playas, analizándose para determinar posibles concentraciones de minerales pesados.

Dentro de este proyecto de Investigación de Fondos Submarinos (FOMAR), durante el presente año el Instituto Geológico y Minero de España continuará los estudios en el Golfo de Cádiz y se iniciarán otros en Málaga, Castellón, Tarragona y Mallorca.

### LABORATORIO MARINO PARA PUERTO RICO.

Según informó el Gobernador de Puerto Rico, señor Luis A. Ferré, esa isla es el lugar escogido para un nuevo laboratorio submarino internacional. Este proyecto es una extensión de los programas conocidos con el nombre de Tektite I y II, que se realizaron en el Mar de las Antillas en 1969 y 1970. Comprenderá una vivienda sub-

marina permanente y una serie de programas científicos para investigación marina de las zonas costeras y estudios de protección ambiental.

"Este laboratorio —manifestó el Gobernador Ferré— atraerá a Puerto Rico proyectos técnicos de todas partes de EE. UU. y de otros países, así como a industriales y científicos que se especializan en este campo. Será el paso inicial para establecer en el desarrollo y aprovechamiento de su riqueza más valiosa: los recursos marinos."

### NUEVO PROGRAMA ALEMAN DE OCEANOGRAFIA Y TECNICA MARINA

El Ministerio Federal de Educación y Ciencia ha presentado el II Programa de oceanografía y técnica marina de la República Federal de Alemania para los años de 1972 a 1975. En él se da más importancia a los estudios sobre la contaminación marina y al desarrollo de la técnica marina. El Programa contiene también un llamamiento a la industria para que participe económicamente con mayor intensidad que hasta aquí. La Federación y los Länder aportarán para el Programa cuatrienal unos 700 millones de marcos.

## GEOQUIMICA

### RED GEOQUIMICA EN ZONAS DE LAS PROVINCIAS DE CACERES Y SALAMANCA

El IGME ha desarrollado un estudio geoquímico en diversas zonas de Salamanca y Cáceres.

Forma parte de los grandes proyectos del IGME, el del Mapa Geoquímico Nacional, a la vez que constituye una fase previa de investigación en zonas que por sus indicios mineros puede ser interesante reconocer en años próximos.

## GEOFISICA

### PULSACIONES DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

En el recinto del Observatorio Geofísico que la Universidad de Munich posee en Fürseefeldbruck se registran interrumpidamente por vía foto-óptica desde fines de 1959 las oscilaciones particularmente rápidas del campo magnético terrestre, oscilaciones que se conocen con el nombre de pulsaciones. Esta operación de registro se extiende ya a más de cuatro mil quinientos días. Desde hace varios años se está realizando un programa de eva-

luación de los doce años de registros disponibles. En intervalos de quince minutos se toma una medida de actividad de las curvas registradas. Como es el viento solar el causante de estas pulsaciones se esperan obtener gracias al registro permanente de las mismas interesantes datos acerca de la estructura diaria y de los cambios estacionales de la magnetósfera y del viento solar.

En este campo de las pulsaciones magnéticas trabajan en la actualidad varios observatorios.

## ENERGIA

### PROSPECCION DE URANIO CON NEUTRONES

Un nuevo sistema se ha desarrollado en la República Federal de Alemania en la búsqueda de yacimientos de uranio basado en el análisis de la activación de neutrones, con lo cual los átomos de uranio hacen, por así decirlo, acto de presencia. El aparato emite neutrones que transforman los átomos del isótopo de uranio 238 en uranio 239, que al cabo de poco tiempo se desintegra a su vez en neptunio 239. Esto da lugar a la producción de radiaciones gamma, que son registradas con precisión grande por el aparato.

### SE ABANDONA EL PROYECTO ALEMAN DE REACTOR TERMOIONICO

El Ministerio Federal de Educación y Ciencia ha suspendido el desarrollo del reactor termoiónico de "incore", que debía suministrar energía para determinadas misiones a los ingenios espaciales, concebido para una potencia que oscilaba entre 20 y 100 kW. Se ha puesto de manifiesto que próximamente no podrán utilizarse para los satélites de televisión potencias superiores a 20 kW., ya que pueden resultar perturbados los servicios terrestres debido a que la modulación de frecuencia es, en última instancia, tan efectiva como la de amplitud con necesidades mayores de potencia, y porque la potencia de emisión disminuida puede compensarse mediante una potencia de receptor en tierra. Para potencias inferiores a 20 kW, son menos pesados los generadores solares que el reactor termoiónico y, por consiguiente, más ventajosos.

### AIRE COMPRIMIDO COMO ALMACENAMIENTO DE ENERGIA

Suecia está desarrollando una nueva técnica de almacenamiento de energía para uso durante los períodos de carga máxima de la red eléctrica. La idea consiste en



excavar por voladura cámaras grandes en la roca, a 250 metros bajo el nivel del suelo. Después se bombea aire comprimido dentro de estas cámaras. Cuando se necesita energía, se alimenta el aire comprimido a un horno de turbina a gas. Según se informa, esta disposición aumenta el régimen de una turbina convencional de 70 MW a unos 200 MW. El Consejo de Energía del Gobierno sueco, está planeando una planta eléctrica accionada por aire cerca de Husqvarna. Cree que los costos de instalación serán inferiores a los de plantas energéticas nucleares o a vapor.

#### LA ENERGIA ELECTRICA EN 1972

En el año 1972, la producción de energía eléctrica en España ha sido de 68.353 millones de kilovatios-hora, de los que 36.250 millones de kilovatios-hora fueron producidos por las centrales hidroeléctricas mientras que los 32.103 millones de kWh. restantes procedieron de centrales térmicas.

La energía hidroeléctrica en este año, cuyo índice hidrológico es ligeramente inferior al medio, ha alcanzado el 53 por 100 de la producción total de energía eléctrica de España.

Como el año anterior, prácticamente la totalidad del incremento de producción de energía termoeléctrica corresponde a la energía nuclear, que ha pasado de 2.523 millones de kWh, en 1971 a 4.611 millones de kWh. en el año 1972, con un incremento del 82,8 por 100. La energía nuclear representa ya el 14,4 por 100 de la producción termoeléctrica y el 6,7 por 100 de la producción total de energía eléctrica de España.

El incremento de producción del año 1972 sobre el año anterior ha sido del 9,3 por 100.

Las exportaciones de energía al extranjero fueron de 1.835 millones de kWh., inferiores a las correspondientes al año anterior en un 26,4 por 100.

La energía consumida en acumulación por bombeo fue el año 1972 de 1.407 millones de kilovatios-hora, ligeramente superior a la correspondiente al año anterior.

El consumo bruto de energía eléctrica para el mercado español fue de 65.111 millones de kWh., que supera en un 11 por 100 el consumo registrado en el año 1971. Solamente han entrado en servicio dos centrales hidroeléctricas, con una potencia total de 78.400 kilovatios. En cambio, la potencia añadida en centrales térmicas en el año 1972 fue de 2.724.900 kilovatios, entre los que se incluye la central nuclear de Vandellós, de 500.000 kilovatios, la cuarta parte de cuya producción corresponde a Electricité de France, copropietaria de dicha central. El incremento de potencia instalada ha sido de 2.813.300 kilovatios, que representa el 14,7 por 100 de la existente al comienzo del año y permitirá atender con holgura los incrementos de la demanda de energía eléctrica que puedan producirse durante el próximo año.

La potencia actualmente instalada en las centrales eléctricas españolas asciende a 21.886.300 kilovatios, de los que 11.152.700 kilovatios (51 por 100) corresponden a las centrales hidroeléctricas, 9.610.600 kilovatios (43,9 por 100) a las centrales térmicas convencionales y 1.113.000 kilovatios (5,1 por 100) a las centrales nucleares.

De los 491.100 kW. que se esperan añadir en centrales hidroeléctricas desde 1973, 340.000 kilovatios corresponden a las centrales de bombeo de Bolarque y Guillena. En centrales térmicas se espera añadir 1.601.700 kilovatios, potencia suficiente para atender a los incrementos de la demanda si se considera el elevado aumento que ha experimentado la potencia termoeléctrica instalada en el último año.

#### REACTOR DE TORIO PRODUCIRA 1.000 MW.

Programado para entrar en servicio en 1980, se está construyendo un reactor de torio, del tipo de temperatura alta, para suministrar energía a una planta de 1.000 MW. situada en Uentrop-Schmehausen, Alemania Occidental. El Gobierno alemán ya ha asignado la suma de 175 millones de dólares para esta obra.

#### GAS NATURAL A PARTIR DE LIGNITO

En el transcurso de los próximos cuatro años va a entrar en servicio en la República Federal de Alemania tres instalaciones de ensayo para la utilización de calor nuclear de procesos. La primera de ellas se halla en trance de pruebas en el Centro de Investigaciones Nucleares de Jülich. La finalidad que se persigue con el desarrollo de reactores de temperatura alta es la fasicación del carbón para obtener gas natural e hidrógeno para las calefacciones domésticas y para la industria, especialmente para la siderúrgica y la química. En un estudio realizado por encargo del Ministerio Federal de Educación y Ciencia se afirma que en la próxima década podrá gasificarse el lignito a precios rentables.

#### HIDROCARBUROS

##### LIBERALIZACION DE LAS IMPORTACIONES DE PETROLEO EN LOS ESTADOS UNIDOS

El presidente Nixon, ha decidido suprimir los contingentes de importación de petróleo en los Estados Unidos, por un período indeterminado. El portavoz adjunto de la Casa Blanca, Mr. Warren, ha declarado que esta decisión no se había tomado por el temor de una crisis en el mercado energético, sino para mejorar la situación de las compañías petrolíferas independientes que se enfrentan con la competencia de las grandes sociedades petrolíferas. Por otra parte en Washington, el Gobierno

ha solicitado a las industrias y refinerías americanas, que realicen un esfuerzo para aumentar las existencias de productos refinados, que han disminuido en 25 millones de barriles, mientras el consumo aumenta el 7 por 100 anual.

#### EL PETROLEO MARINO

La investigación y explotación del petróleo bajo el mar, da lugar a una serie de perfeccionamientos en las técnicas marinas, los más destacados son: Situación dinámica de la plataforma, lograda por un sistema formado por captadores (radiolocalizadores, acústica submarina, inclinómetro, giróscopo) íntimamente relacionados con un ordenador. Reentrada en un punto preciso sobre la boca de un pozo desde la superficie del mar, sin guía y sin bizo. Instalaciones electrónicas adecuadas para operaciones en aguas profundas.

#### PRIMERA PLANTA DE PETROLEO DE POLIETILENO EN TAIWAN

En la localidad de Toufan, a 100 kilómetros de Taipei, se está planeando la construcción de la primera planta de polietileno de densidad alta en la isla. Una nueva compañía, que construirá y explotará la planta, la United Polymers Corp., ha sido organizada conjuntamente por cinco inversionistas chinos, la National Petro Chemicals Corp. de los EE. UU. y Solvay & Cie., de Bélgica. Representando un costo de 7,5 millones de dólares, la planta tendrá una capacidad anual de 22 millones de kilogramos y utilizará el proceso Solvay. La construcción comenzó a fines del año 1972.

#### CONTROL COMPLETO EN IRAN DE SU INDUSTRIA PETROLIFERA

El primer ministro del Irán ha anunciado oficialmente que su país ha asumido el control completo de su industria petrolífera. Es el segundo país del mundo —después de la Unión Soviética— en ejercer una plena soberanía sobre el conjunto de sus recursos petroleros y su explotación.

#### CONSTRUCCION DE UN OLEODUCTO NUEVO EN PERU

El oleoducto para transportar el petróleo de la selva a la costa, tendrá su punto de partida en Concordia, sobre el río Marañón, y terminará en Bayovar con un recorrido de 897 kilómetros. La obra será construida a un costo de 10.000 millones de soles, aproximadamente, con personal peruano, y deberá de estar concluido a comienzos de 1976. La obra se financiará con la colaboración de entidades crediticias internacionales.

#### CALENDARIO DE INVERSIONES DE LA PERUVIAN-SUN-OIL-COMPANY

El Ministro de Energía y Minas, aprobó según resolución directorial, el Calendario de Inversiones de la PERUVIAN-SUN-OIL-COMPANY, sucursal del Perú, para los trabajos de exploración petrolífera de la zona del Oriente, por un monto de 718 mil 651 dólares (aproximadamente 38 millones de soles), para el período comprendido entre el 2 de septiembre de 1972 y 30 de junio de 1973.

#### HALLAZGO DE PETROLEO EN LA ZONA NORTE DE LA AMAZONIA PERUANA

La "OCCIDENTAL PETROLEUM", ha descubierto petróleo en el primer pozo exploratorio perforado en el área que opera PETROPERU, situada en el Norte de la Amazonía Peruana. Se trata del Pozo "CAMUAPARI 41 XI", cuya producción es de 2.650 barriles por día. El volumen de producción podrá incrementarse cuando se realicen pruebas adicionales en estratos de menor profundidad, estimados potencialmente productivos. El petróleo encontrado a 4.200 metros, tiene contenido bajo en azufre. El Pozo está en una amplia estructura de 11,2 por 4,8 kilómetros de superficie. Con el hallazgo son 4 los pozos exploratorios productores perforados, en los últimos doce meses, en la Cuenca Amazónica, y se incrementa la posibilidad de construcción del Oleoducto Transandino. El Oleoducto de la Selva a la Costa del Pacífico ha sido declarado de Prioridad Nacional.

#### COMPRA DE PETROLEO A IRAK

Una delegación oficial española ha firmado en Bagdad la compra de 6 millones de Tm. de petróleo, que llegarán a nuestro país a razón de 2 millones de Tm. por año entre 1973 y 1975. En el acuerdo se concede también al Gobierno español una opción sobre otros 2 millones de toneladas, uno para este año y otro para 1974, con el fin de apoyar las importaciones que requiera el consumo nacional durante 1973, que se estima serán de unos 40,3 millones de Tm. El coste de la operación, que ha sido firmada a nivel gubernamental, se eleva a unos 120 millones de dólares para el caso de que se importen 6 millones de Tm., y a 160 millones de dólares si se importan 8 millones de Tm.

#### LA INDUSTRIA PETROLERA MUNDIAL EN 1972

En los principales países existe una tendencia ascendente en las ventas de productos refinados, y se piensa que continuará la expansión durante algún tiempo como consecuencia del desarrollo industrial.



En Estados Unidos la venta de productos en el período enero-agosto de 1972 resultó superior con respecto al mismo período del año 1971, en un 6 por 100.

En Europa Occidental el porcentaje se estima que será de un 7 por 100 superior.

En cuanto al Japón sólo aumentaron las ventas en un 3 por 100, pero este dato no es significativo por dos razones: 1) El retroceso económico no fue superado todavía en los dos o tres primeros meses y 2) Las cifras de venta no comprenden el apartado de "crudo de poco azufre" que se quema directamente en las centrales y que representa un alto porcentaje en el volumen total.

#### EL PETROLEO EN 1972 (\*)

##### a) *La energía primaria en España.*

El consumo interior ha mantenido un ritmo de crecimiento bastante apreciable, situándose en un total de 75,7 millones de T. E. C. (toneladas equivalentes de carbón), lo que representa un aumento del 6,90 por 100 en relación con el año 1971.

El consumo de energía *per capita* ha pasado de 2,13 T. E. C./hab. en 1971 a 2,19 en 1972, cifra que nos sigue acercando a los niveles de consumo propio de los países del Mercado Común.

A largo plazo, la tendencia apunta a un mayor crecimiento del sector petróleo, por un constante aumento del parque automovilístico, del tráfico de la aviación y de la potencia instalada en centrales eléctricas e industria en general.

##### b) *Capacidad de refino.*

La capacidad de las refinerías se ha incrementado con la entrada en servicio, durante el segundo semestre, de Petronor. Con la ampliación de Encaso, prevista su entrada en funcionamiento para principios de 1973, la capacidad total ascenderá a 44,85 M./T.

Con el incremento previsto para 1975 de Entasa, se prevé que a partir de ese año la relación producción/consumo empiece a desequilibrarse a favor del consumo, lo que hará preciso crear nuevas refinerías o ampliar las existentes.

##### c) *Consumo de productos petrolíferos.*

El consumo español se ha elevado a 30,3 millones de toneladas, lo que representa un aumento aproximado del 7 por 100.

Como viene sucediendo en años anteriores, el fuel-oil sigue siendo el producto de mayor consumo, debido principalmente a su creciente utilización como materia prima en centrales termoeléctricas, calefacciones urbanas y principales ramas de la industria. Le sigue en importancia por-

centual al gas-oil y diesel-oil, por la elevada utilización que supone en el movimiento de buques y maquinaria de transporte individual.

##### d) *Comercio exterior de crudos y productos.*

La cifra de crudo importada en 1972 asciende a 37,3 millones de toneladas, con un incremento respecto a 1971 de 6,5 por 100, cifra menor porcentualmente que la correspondiente al pasado año.

La cifra de importación de un millón de toneladas de productos acabados refleja un notable descenso en relación con las 9,5 del año 1971, debido principalmente a menores necesidades de fuel-oil y basadas, por una parte, en la entrada en el mercado de la producción de Petronor, y, por otra, al menor consumo debido a la mayor pluviosidad del año.

El balance importación-exportación resulta favorable a esta última en 2,1 millones de toneladas, que se corresponde con lo indicado en el párrafo anterior, unido a la mayor necesidad de productos terminados que ha experimentado Estados Unidos en los últimos meses del año.

##### e) *Oleoductos.*

El aumento de consumo, unido a la mayor economicidad de este medio de transporte, ha llevado a un aumento de la red de oleoductos existentes actualmente en España. Hasta la fecha solamente existían dos grandes oleoductos, el de Rota-Puertollano-Madrid-La Muela (Zaragoza) y el de Málaga-Puertollano.

El nuevo plan prevé la creación de tres nuevas redes, que no solamente liberarán la distribución, sino que, además, descongestionarán el transporte de superficie.

Los tres nuevos oleoductos que se construirán, todos ellos para el transporte de productos acabados, desde pie de refinería a centros de consumo, son: Puertollano-Madrid, Bilbao-Valladolid y Tarragona-Zaragoza.

##### f) *Exploraciones y sondeos.*

Se llevan a cabo las operaciones preparatorias a la puesta en producción del campo Amposta Marino: perforación de seis sondeos de extracción y construcción del complejo de tuberías y separadores para su almacenamiento en un petrolero, anclado junto al yacimiento y utilizado como depósito flotante. Además, se han perforado dos sondeos de exploración en áreas vecinas.

El comienzo de la producción se prevé para principios de 1973, con unos 20.000 barriles/día iniciales, que deberán alcanzar luego los 30.000 barriles/día.

Ha proseguido la explotación del pequeño campo de Ayoluengo, en la provincia de Burgos. Se han extraído 1.043.980 barriles, frente a los 945.495 en 1971. La producción acumulada se acerca a los seis millones de barriles.

El yacimiento de gas natural de Castillo, en Alava, sigue explotándose como en años anteriores para el consu-

mo local de varias industrias. La producción en 1972 fue de 1,8 millones de metros cúbicos, con una cifra acumulativa del orden de 24 millones.

Prosigue la explotación fuera del territorio nacional a cargo de Hispanoil, en asociación con compañías extranjeras. Así ha proseguido la investigación en Kuwait, se han iniciado operaciones en Egipto y se ha terminado el primer sondeo en Irán, que promete ser un importante productor de gas.

En cuanto a producción, Hispanoil ha obtenido su parte (42 por 100) de los casi seis millones de barriles producidos en los campos Magid y Mansur, de Libia, ya en declinación. En Dubai todavía no se ha alcanzado el desarrollo total de los campos Fated N. y Fated SW., en los que prosigue la actividad de perforación de desarrollo y de exploración (15 pozos en 1972). La producción en 1972 ha superado los 55 millones de barriles, con un 25 por 100 para Hispanoil.

## MINERALURGIA

### LA FABRICA DE ALUMINIO DE MOSTAR

Se ha puesto la primera piedra de la Fábrica de aluminio de Mostar en Yugoslavia, que se ha contruido según las técnicas más modernas y con el concurso de Pechiney. Producirá una cantidad de 287.000 toneladas de aluminio y 85.000 en forma de lingotes, placas, bolas, perfilados, etcétera. La construcción de la fábrica de aluminio se encuentra actualmente realizada alrededor del 50 por 100 y se espera que la puesta en marcha tenga lugar a finales del año 1973 o principios del 74. La fábrica de electrólisis de aluminio de la construcción comienza actualmente, deberá ser puesta en marcha en la primavera del 75, es decir, alrededor de dos años.

### EN BRASIL SE CONSTRUIRA UNA ACERIA EN COLABORACION CON ALEMANIA

Uno de los principales fabricantes de acero de Europa ha dado un paso importante para conseguir una mayor participación en el mercado sudamericano del acero. El grupo Gerdau de Porto Alegre se ha unido a August Thyssen Huette AG de Duisburg-Hamborn, Alemania Occidental, para construir una planta de alambre, varilla y barras, con una capacidad anual de 200.000 toneladas, cerca de Santa Cruz, a 70 kilómetros al Oeste de Río de Janeiro. La Planta aprovechará chatarra de hierro y será administrada por la Compañía Siderúrgica da Guanabara. Representa una inversión de 43 millones de dólares, y la puesta en marcha sería para abril del año entrante.

### PROCESO SUECO PARA FABRICAR ACERO

Un nuevo proceso sueco para hacer acero inoxidable reduce, según se afirma, en 8 dólares el costo por tonelada de lingote. La mayoría de los métodos de producción están basados en la insuflación de una mezcla de oxígeno y argón dentro de un convertidor. En el convertidor Uddeholm se usa vapor de agua en vez del costoso argón. El soplado se hace desde el fondo del convertidor para reducir el desgaste de los revestimientos. La firma Uddeholms Akitiebolag (S-680 34, Unddeholm, Suecia) proyecta la construcción de un convertidor de 70 toneladas basado en el nuevo proceso, para su acería Degerfors.

### BUENAS PERSPECTIVAS PARA LAS ACERIAS

Después de un año flojo en 1971, la producción mundial de acero tuvo el año pasado un aumento de 8 por 100 y podrá alcanzar nuevos récords en 1973. La producción total en 1972 ha sido estimada en 628 millones de toneladas métricas.

Los fabricantes de acero están modernizando sus instalaciones y adoptando la colada continua de desbastes planos. También adoptan la soldadura de los extremos de bobinas, para evitar el enfilado de bobinas separadamente después del laminado en frío y recocido. Esta técnica fue desarrollada por la compañía japonesa Nippon Kokan. En los EE. UU. la U.S. Steel está aplicando un nuevo proceso para hacer acero en hornos básicos sopladados con oxígeno por el fondo, que se conoce con las letras Q-BOP. Una firma de Alemania Occidental originó esta técnica. Los aceristas están investigando la obtención del coque sin contaminación del ambiente. Son interesantes los sistemas para usar pellas de coque, que aumentan la productividad del alto horno.

### EVOLUCION SIDERURGICA EN MARZO: PRODUCCION, COMERCIO EXTERIOR Y CONSUMO APARENTE

La producción de acero en marzo se estima en 970.000 toneladas en base a cifras provisionales, resultando la estimación para el trimestre enero-marzo en 2.746.000 toneladas, con una media mensual superior en un 15,3 por 100 a la media mensual del conjunto de 1972.

En laminados en caliente la producción de marzo se estima en 713.000 toneladas, elevándose la cifra estimada para el período enero-marzo a 2.054.000 toneladas. La media mensual del trimestre queda un 22 por 100 por encima de la media mensual del año 1972.

Según estadísticas de la Dirección General de Aduanas, en marzo se han importado 183.000 toneladas de productos siderúrgicos, en acero equivalente. La importación media mensual en enero-marzo supera en un 25 por 100 a la media registrada en 1972. Las exportaciones en el mes han sido de 169.000 toneladas en acero equivalente,

(\*) Datos del Boletín Informativo del Banco Central.



superando la media mensual del trimestre en un 39,2 por 100 a la del conjunto de 1972.

La estimación provisional del consumo aparente de acero en marzo es de 1.019.000 toneladas, ascendiendo la cifra estimada para el trimestre a 2.507.000 toneladas, lo que supone una media mensual que supera en un 5,6 por 100 a la registrada en 1972.

#### LA INDUSTRIA SIDERURGICA EN 1972

La producción de acero ha llegado en 1972 a los 9.510 miles de toneladas, lo que supone un incremento sobre la de 1971 del 18,5 por 100, el de 1971 fue del 8,53 por 100.

La producción de arrabio se sitúa en los 5.890 miles de toneladas, con un incremento del 21,9 por 100, superior la obtenido en 1971, que fue del 15,9 por 100. En cuanto a laminados, se ha obtenido un 20 por 100 más en tolelaje. 6.705 miles de toneladas, muy superior al incremento de 1971, que fue de sólo un 3,37 por 100.

El comercio exterior de productos siderúrgicos ha mostrado por primera vez unas exportaciones algo superiores a las importaciones, fue motivada, en gran parte, por la necesidad de liquidar "stocks".

Las importaciones efectuadas en el período enero-noviembre de 1972 han sido de 1.030.772 toneladas, 1.388.763 de acero equivalente, lo que supone un incremento sobre las de 1971 de un 33 por 100.

Se han adquirido, además, en el exterior 19.392 toneladas de ferroaleaciones, 27.626 de fundición y 1.713.156 de chatarra, con incrementos del 22,8, y 35,5 en las ferroaleaciones y la chatarra y una baja del 4,7 por 100 en la fundición.

La inversión, en términos monetarios, del sector industrial se estima en 182.563 millones de pesetas en 1972, un 15,1 por 100 superior a la de 1971, reflejo claro del mayor nivel de actividad, mientras que la inversión en la industria siderúrgica es sensiblemente igual a la del ejercicio anterior, 14.400 millones de pesetas, es decir, un 0,7 por 100 menos que en 1971.

Es indudable que con este ritmo inversor y con las capacidades productivas de las tres siderúrgicas integrales, muy cercanas a sus límites reales, en los próximos años tienen que producirse desequilibrios entre la oferta y demanda de acero, que llegaría en 1980 a un déficit de 7.500 miles de toneladas. Por estas razones se decidió acometer la implantación de la cuarta siderúrgica nacional. Dicha planta siderúrgica fue adjudicada el 18 de febrero de 1972 a la Sociedad Altos Hornos del Mediterráneo, S. A., única sociedad que presentó oferta. Dicha sociedad está promovida por Altos Hornos de Vizcaya, S. A., actual propietaria de la factoría existente en Sagunto, localidad donde radican la nueva siderúrgica integral, y en la que participan la U. S. Steel y un grupo de Bancos, entre ellos el Central, y Cajas de Ahorro.

La nueva siderúrgica tendrá una capacidad de seis millones de toneladas de acero, con producción de laminados en caliente, en frío y recubiertos, así como la fabricación de tubos soldados de gran dimensión.

La realización de este proyecto supone la inversión industrial mayor realizada en nuestro país, unos 120.000 millones de pesetas.

La decisión de establecer esta nueva factoría ha llevado aparejada la de fijar unos "techos" productivos a las tres siderúrgicas integrales existentes. Dichos "techos" son de dos millones de toneladas/año para Altos Hornos de Vizcaya; 3,8 millones de toneladas/año para ENSIDESA, y de 2,5 millones de toneladas/año para UNINSA, dado que se considera que sus capacidades productivas actuales están muy próximas a los límites reales derivados de la infraestructura y características de su entorno.

#### ACUERDO ENTRE EMPRESAS SIDERURGICAS

Dos de las más importantes sociedades siderúrgicas de Alemania Federal y Francia, la August Thyssen Hutte y la Solmer (asociación de Sollac y Usinor), han suscrito un acuerdo financiero destinado a facilitar la explotación de la nueva siderúrgica francesa de Fos-sur-Mer, en las inmediaciones de Marsella. El acuerdo, anunciado en París, está pendiente de aprobación gubernamental. Prevé en principio que August Thyssen Hutte adquirirá un 5 por 100 del capital de Solmer, con un derecho sobre la producción siderúrgica de Fos, que se calcula, a partir de 1974, en 3,5 millones de toneladas, aproximadamente. En un futuro próximo, el acuerdo podría ampliar la participación de la sociedad alemana en la francesa.

#### AUMENTA LA PRODUCCION DE ACERO EN JAPON

Entre 1960 y 1970, la industria siderúrgica japonesa ha logrado reducir significativamente los requisitos en horas-obra para producir una tonelada de acero. Hace una década, el productor japonés utilizaba 44,2 horas-obra por tonelada de productos de acero embarcados. En 1970, este requisito se redujo a 12,4 horas-obra.

Durante igual período aumentó la producción de acero de 1960 a 1970, la productividad de acero aumentó en varios países, pero sin compararse con el ritmo acelerado del Japón. En 1960, por ejemplo, la cifra comparable de EE. UU. fue de 15,0 horas-obra, y de 11,9 horas-obra para 1970. Para Alemania Occidental, las cifras fueron de 24,2 horas-obra en 1960 y de 14,5 horas-obra en 1970.

#### PROCESO MODERNIZADO PARA ACERO BESSEMER

El proceso "Q-BOP" para la fabricación de acero ha sido desarrollado en Eisenwerk-Gesellschaft Maximilian-

shütte (Maxhütte) de Alemania Occidental, y ya se está usando en nuevas instalaciones de Europa y una de Sudáfrica. El acero Q-BOP se describe como de calidad comparable al producido en hornos básicos soplados con oxígeno y en hornos Siemens-Martin. Su producción, según se reivindica, requiere menos capital y da un mayor rendimiento. Opera a costo más bajo que los otros dos procesos. La U. S. Steel Copd., después de introducir muchos refinamientos en la tecnología del proceso, instalará dos unidades Q-BOP, de 200 toneladas de capacidad, en su acería de Fairless, Alabama. En este proceso, el oxígeno, rodeado por una corriente protectora de gas o petróleo, es soplado a través de toberas en el fondo del horno.

#### NUEVO TREN LAMINADOR PARA ITALIA

La empresa siderúrgica italiana Terminoss Acciai Inossidabili, S.p.A., está instalando un nuevo tren de laminación de plancha y chapa en caliente, de 23,00 mm de ancho, que suministra la Tippins Machinery Co., Inc., de Pittsburgh, Pa., Estados Unidos.

Este tren laminador reversible es de tipo doble y tiene cilindros que miden 55 y 13,20 mm por 23,00 mm. Se usará para reducir los desbastes planos, de 100 mm de espesor, a plancha y chapa hasta de 2.100 mm de ancho y de 2,5 a 0,2 mm de espesor. El tren es accionado por un sistema de transmisión reversible de 4.000 HP.

#### AUMENTA LA PRODUCTIVIDAD DE ACERO EN JAPON

Entre 1960 y 1970, la industria siderúrgica japonesa ha logrado reducir significativamente los requisitos en horas-obra para producir una tonelada de acero. Hace una década, el productor japonés utilizaba 44,2 horas-obra por tonelada de productos de acero embarcados. En 1970, este requisito se redujo a 12,4 horas-obra.

#### EXPANSION GRANDE DE LA ACERIA VOLTA REDONDA

La Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), mayor acería en Iberoamérica, planea aumentar su producción de 7,7 a 12,5 millones de toneladas por año. El proceso prevé la construcción de un horno alto, con una capacidad diaria de 6.000 toneladas, que será el mayor del continente; una planta de sinterización, de 5.200 toneladas; 73 hornos de coque; dos hornos básicos soplados con oxígeno, de 200 toneladas; equipos de minería y beneficio del mineral; línea de colada continua, aparte de muchos nuevos equipos y amplias alteraciones en los medios existentes. La CSN estima que la expansión costará 433 millones de dólares, y de esta suma el Banco de Desarrollo Interamericano aportará 10,1 por 100, el Banco Mun-

dial 15,2 por 100, capitalistas brasileños 48,5 por 100, y créditos bilaterales 26,2 por 100. El proyecto forma parte de un plan valuado en 1.240 millones de dólares para aumentar la producción de acero del Brasil a 11 millones de toneladas, para el año 1980.

#### PETROQUIMICA

##### LA INDUSTRIA QUIMICA EN 1972

Las producciones básicas de la industria química han sido superiores a las de 1971. Los incrementos productivos logrados oscilan desde el 29,1 por 100 para la pasta de papel hasta el 3,5 por 100 en la fabricación del carburo de calcio, pasando por aumentos de consideración como los logrados por el ácido sulfúrico y los abonos nitrogenados, de un 23,7 y 15,6 por 100, respectivamente. Las mayores producciones del sector han dado por resultado un incremento sustancial del Producto Industrial Bruto del mismo, que ha logrado en el año un aumento real del 9,4 por 100 al pasar de 55.150 millones de pesetas a 60.325, que representa para 1972, el 6,8 por 100 del Producto Industrial Bruto.

##### Gases.

La producción de gases, según las cifras estimadas pendientes de reajuste definitivo, supone un crecimiento a tenor del experimentado en años anteriores.

##### Acidos.

La producción de ácidos siguió en progresivo aumento.

La fabricación de ácido sulfúrico como materia prima básica para producción de fertilizantes viene experimentando un notorio incremento cada año y las instalaciones de fabricación van adquiriendo más magnitud, favorecido este desarrollo por las abundantes reservas de nuestras minas de pirita, que dan una seguridad a la evolución creciente de esta rama industrial.

La capacidad de producción en funcionamiento de ácido sulfúrico en España, referida a 1971, sumados los procedimientos de cámaras-torres y de contacto, alcanzan unas 2.936.000 toneladas de monohidrato anuales, y aún habrán de entrar en funcionamiento nuevas unidades tan pronto estén conformados los importantes proyectos que están en preparación para su localización en Huelva y Tarragona.

En ácido clorhídrico obtenido normalmente como subproducto en la fabricación de cloro, sulfato potásico, sulfato sódico, etc., de menor aplicación en la industria y por ello de venta más limitada, que incluso lucha con una serie amplia de sustitutivos para el mismo uso, se van aumentando las cifras de producción cada año y el mercado se viene saturando ampliamente, hasta no poder absorber el aumento de producción, que en gran parte se habrá de desaprovechar como un producto residual.



En ácido nítrico las cifras de producción acusan un marcado incremento.

Se han ampliado diversas instalaciones adscritas en su mayoría a la industria de fertilizantes nitrogenados y complejos y han contribuido al aumento de producción nuevas plantas, como la Fertiberia, en Castellón.

#### Abonos fosfatados.

La aportación de fósforo al campo, basada en el superfosfato de cal durante muchos años, va retrocediendo considerablemente, dando paso a los abonos complejos que contienen normalmente dicho elemento en fuerte proporción, además del nitrógeno y la potasa en dosis adecuadas a los diversos terrenos y cultivos.

El desequilibrio actual producción-consumo de superfosfatos simples es tan aumentado que las fábricas productoras vienen trabajando a un 50 por 100, aproximadamente, de su capacidad.

El crecimiento en el consumo de  $P_2O_5$  (anhídrico fosfórico) en España ha sido relativamente bajo, mientras se notó un espectacular avance en el empleo de abonos nitrogenados, e incluso en abonos potásicos, la tasa de crecimiento se va superando notoriamente.

El consumo global de fosfórico se ha incrementado, pero este aumento ha sido aportado al terreno en forma de abonos complejos.

Han sido importadas algunas cantidades de escorias Thomas y fosfatos biamónico que contiene 46 por 100 de  $P_2O_5$  (anhídrico fosfórico), utilizado directamente o bien como materia prima en la elaboración de complejos.

Hay que señalar que va creciendo la demanda de superfosfato granulado que se fabrica en la mayor parte de las factorías de superfosfato simple, y también se ha incrementado la venta de superfosfato triple, fabricado por Sociedad Anónima Cros y Unión Explosivos Río Tinto, en sus factorías de Sevilla y Tablada, utilizando como materia prima el ácido fosfórico, fabricado en Huelva en las instalaciones de Fosfórico Español, S. A.

Se han importado también ciertas cantidades de superfosfato triple, pero han sido más bien ocasionales, al aprovechar los bajos precios que eventualmente se producen en los mercados internacionales para disminuir sus excedentes.

Para la fabricación de superfosfato y abonos complejos se importaron las cantidades necesarias de fosfatos de cal de diversas procedencias, principalmente de Marruecos y Estados Unidos.

La empresa Fosfatos de Bucras, S. A., cierra su yacimiento de fosfato en el Sahara español y que dista unos 94 kilómetros de la costa, con una reserva calculada en unos 1.700 millones de toneladas.

Se han iniciado ya los envíos de ciertas cantidades para

el consumo interior y se han exportado algunas partidas. El producto es de excelente calidad y su explotación marca un paso importante para el desarrollo de la producción de fertilizantes.

#### Abonos potásicos.

El consumo de potasio va en constante aumento, favorecido por la introducción en gran escala de los abonos complejos cuyo contenido en  $K_2O$  (anhídrico potásico) guarda proporción con otros componentes según el cultivo a cuyo fin se destina, buscando, por consiguiente, un equilibrio en las fórmulas para una más perfecta fertilización.

En 1972 se obtuvieron 532.870 toneladas de potasio.

El consumo nacional fue de 306.673 toneladas métricas incluidas las cantidades destinadas a usos industriales ajenos a la fabricación de abonos, que puede suponer un 3 ó 4 por 100.

La exportación en 1972 fue de 184.298 toneladas de  $K_2O$  en forma de cloruro y 43.327 toneladas de  $K_2O$  en forma de sulfato.

#### Acido fosfórico.

El impulso experimentado en el desarrollo industrial y comercial de los abonos complejos de contenido alto en fósforo, y el mayor empleo que se prevé de superfosfato triple, han motivado la necesidad de producir ácido fosfórico y sus derivados (fosfato monoamónico y biamónico), habiéndose instalado por Fosfórico Español, S. A., en Huelva, con una capacidad de 300.000 toneladas/año de  $P_2O_5$  y 300.000 toneladas/año de fosfato monoamónico, y 180.000 toneladas de fosfato biamónico, lo que sitúa a esta empresa como primer fabricante nacional de estos productos y uno de los mayores de Europa Occidental.

También en Huelva Fertiberia cuenta con una instalación de 60.000 toneladas/año de  $P_2O_5$  y existe otro proyecto de 100.000 toneladas de  $P_2O_5$  que se prevé iniciará su producción a partir de 1975.

#### Fertilizantes nitrogenados.

El año 1972 debe considerarse francamente bueno en el sector de los fertilizantes nitrogenados, ya que tanto la producción como el consumo de los mismos ha crecido a un ritmo acelerado.

El consumo total de nitrógeno en abonos en 1972 ha sido de 663.000 toneladas. En 1971 fue de 615.000 toneladas de N. El incremento en 1972 ha sido del 7,8 por 100; y en el período 1967-71 fue del 7,8 por 100.

La producción total de nitrógeno fijado en abonos durante 1972 ha sido de 677.000 toneladas. En 1971 se fijaron 589.000 toneladas de N. El incremento de la producción ha sido del 15 por 100. En el quinquenio 1967-71 fue del 11,3 por 100.

La importación de abonos nitrogenados continúa disminuyendo.

1972 Diciembre	1973 Enero	1973 Febrero	1973 Marzo
—	—	—	—
25,—	25,—	25,—	25,—
18,—	18,—	18,—	18,—
—	—	178/179	201,—
50/51	50/51	52/58	60/62
442,—	49,—	503/505	615/617
1,82	—	1,92	1,81
225,—	255,—	255,—	255,—
244/250	242,—	290/300	307/312
15/16	15/16	15/16	15/16
109,50	—	140/141	125,75
16/18	15/17	15/17	18/19,20

#### NORMAS SOBRE FABRICACION DE ACIDO SULFURICO

Se incluyen en el grupo 1.º del artículo 2.º del Decreto 1775/1967, de 22 de julio, las industrias dedicadas a la fabricación de ácido sulfúrico a partir de materias primas distintas de las piritas—en el sentido de someter al régimen más estricto de autorización previa su fabricación—. ("B. O. E." 19-III-1973.)

#### INDUSTRIALIZACION DEL LAGO MARACAIBO

El Presidente de la República de Venezuela ha inaugurado el nuevo complejo petroquímico de El Tablazo, sobre los bordes del Lago Maracaibo. El complejo comprende dos talleres de amoníaco de 900 toneladas por día cada uno y dos talleres de urea de 1.200 toneladas por día cada uno.

Este complejo forma parte de una sociedad internacional "Nitroven" que agrupa intereses venezolanos, norteamericanos, colombianos y franceses y su fábrica está en construcción.

#### CONTAMINACION

##### EXTRACCION DE AZUFRE POR PROCESO AL CITRATO

Tres empresas norteamericanas han consolidado sus esfuerzos para resolver el problema de una de las fuentes más importantes de la contaminación con dióxido de azufre, o sea los gases emitidos por las chimeneas de refineries y centrales que queman combustibles fósiles. Consiste en extraer la materia en partículas contenidas en los gases de la combustión, la absorción del dióxido de

azufre en una solución de ácido cítrico neutralizada parcialmente, y la producción de azufre elemental de pureza grande mediante reacción con sulfuro de hidrógeno. La unidad de prueba será instalada en una central generadora con carbón, en Terre Haute, Indiana. Se espera que los resultados sean dados a conocer a principios del año 1974.

#### INFORMATICA

##### LA INFORMATICA EN EL IGME

###### 1. División de Minería:

Los datos recogidos durante el P.N.I.M., después de una fase de depuración y ampliación, están siendo almacenados para constituir el archivo de datos Mineros. El fin de este archivo es tener a punto toda la información existente en cualquier zona del País, estando programada la respuesta a toda pregunta coherente con los datos contenidos en la ficha-soporte, así como una salida por "plotter" que determina sobre un transparente el marco del entorno geográfico consultado, con sus correspondientes coordenadas Lambert y la ubicación de los diferentes indicios mineros conocidos.

###### 2. División de Geología:

Uno de los objetivos básicos del MAGNA, aparte de la cartografía geológica, es que, todos los datos obtenidos sean conservados con vistas a su utilización en la correlación nacional, internacional e investigación tecnológica del futuro. Con este propósito se han preparado una serie de fichas-informes correspondientes a la diversas estaciones geológicas realizadas que forman el soporte de los distintos bancos de datos que se han creado para el tratamiento de la información por medio del ordenador. En esos bancos de datos se recoge información de rocas Igneas, Metamórficas y Carbonatadas y Areniscas, así como datos paleontológicos, ensayos granulométricos y bibliografía geológica.

###### 3. División de Aguas Subterráneas:

El gran volumen de información sobre acuíferos que posee esta División ha exigido la concepción de un sistema que permita su almacenamiento y utilización de una manera rápida y eficiente.

Los elementos básicos de este sistema son:

— Un inventario de puntos acuíferos dirigido a la recopilación de datos geológicos, hidrogeológicos y de calidad de agua.

— Un archivo de piezómetros, que contiene la evolución de niveles piezométricos a través del tiempo.

Se comprende que ambos archivos están mecanizados por lo que la utilización rápida y selectiva de grandes



volúmenes de información, suministra al hidrogeólogo métodos analíticos cuya aplicación, en un sistema convencional, sería lenta y tediosa, si no imposible.

#### 4. División de Geotecnia:

Se está iniciando el que será "Archivo Nacional de Rocas Industriales" que contendrá datos de explotaciones de estas materias y de los yacimientos de las mismas que existen en el país. Este archivo también está preparando la estadística anual de explotación de rocas industriales. Asimismo se tiene previsto programas para análisis actualizado de oferta-demanda de rocas industriales.

Paralelamente se está iniciando el archivo de datos de escombreras y balsas mineras existentes en el país.

Como continuación a esto, daremos un número sucesivos más información sobre la informática en el IGME y dentro de la cual se trabaja en cálculo de mecánica de rocas, cálculos geofísicos, así como módulos matemáticos en hidrología.

### REUNIONES CIENTIFICAS

#### II CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA

En Caracas (Venezuela) y organizado por el Ministerio de Minas e Hidrocarburos de aquel país, tendrá lugar del 11 al 16 de noviembre próximo la celebración del "II Congreso Latino Americano de Geología".

Del 17 al 20 de noviembre hay programadas siete interesantes excursiones.

Los trabajos que se presenten deberán encuadrarse en cualquiera de los 6 temas siguientes: 1) Cuaternario en América, 2) Cordillera Andina, Regiones Subandina y Pacífica Circunvecina. 3) Escudos Precámbricos. 4) Región Caribe Atlántica. 5) Métodos Modernos de Investigación (Geoquímica, Geocronología, Geofísica, Sensores Remotos, etc.). 6) Temas Geológicos Específicos.

#### III ASAMBLEA GENERAL DEL CENIM

Del 4 al 8 de junio se ha celebrado en Madrid la III Asamblea General del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) en la que han participado por parte del IGME los Sres. Izaguirre Rimmel, Quesada García y Vázquez Guzmán, que presentaron una comunicación conjunta sobre "la investigación de Minerales de Hierro dentro del II y III Plan de Desarrollo Económico y Social (P.D.E.S.).

#### GESTION Y CONTROL DE PROYECTOS EN INGENIERIA

Del 21 al 25 del pasado mes de mayo se celebró en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, de Madrid, el Primer Ciclo de Conferencias-Coloquios sobre GESTION Y CONTROL DE PROYECTOS EN INGENIERIA, organizado por la Cátedra "Oficina Técnica de Proyectos" de dicha Escuela.

La conferencia inaugural de dicho ciclo estuvo a cargo del Director del IGME, Sr. Izaguirre Rimmel, que disertó sobre "Realización por el Instituto Geológico y Minero de España del Programa Nacional de Investigación Minera".

Asimismo y en días sucesivos, disertaron en dicho ciclo, entre otros, los Sres. Alvarado Arrillaga sobre "El Proyecto MAGNA" y Echevarría Caballero sobre "Proyecto de Evaluación y Aprovechamiento Global de las Rocas Industriales en España".

#### EL IGME PRESENTE EN EL CICLO DE CONFERENCIAS SOBRE METODOS MODERNOS DE PRODUCCION DE MAPAS

La CONFERENCIA SOBRE METODOS MODERNOS DE PRODUCCION DE MAPAS, cuyo tema general ha sido la producción de distintos tipos de mapas geológicos, a partir de los bancos de datos archivados en ordenador, ha tenido lugar en el "Instituto of Geological Sciences" de Londres, durante los días 9 y 10 del presente mes de abril.

A lo largo de las cuatro sesiones, de que ha constado, la Presidencia ha estado ocupada por el Dr. A. W. Woodland, Deputy Director del IGS; el Dr. T. V. Loudon, Jefe de la Computer Unit, ha actuado de Secretario.

La asistencia ha sido bastante numerosa; estaban representados los siguientes países, por el número de personas que se indican entre paréntesis: Austria (1), Bélgica (1), Canadá (2), Dinamarca (2), Eire (1), España (2), Estados Unidos (1), Francia (3), Holanda (2), Italia (2), Noruega (2), Reino Unido (11), República Federal Alemana (4) y Suecia (3). La gran mayoría de los asistentes pertenecen a los servicios geológicos de sus respectivos países; los tres representantes de Francia son del Bureau de Recherches Geologiques et Minières; los de la R. F. de Alemania, de organismos para el estudio del suelo (edafología); los del Reino Unido, del Instituto of Geological Sciences, de la Experimental Cartography Unit, del Natural Environment Research Council y del Ordnance Survey of Great Britain; los de España del Instituto Geológico y Minero.

Nota de la Redacción: Actualmente, en España se están desarrollando técnicas de automatismo en cartografía, cuya investigación se está llevando a cabo por

#### "V CURSO DE FOTOINTERPRETACION"

El pasado 8 de junio tuvo lugar en el Salón de Actos de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid la clausura del V Curso de Fotointerpretación que se destina a graduados superiores.

La conferencia de clausura—última clase de este curso—estuvo a cargo del Profesor Dr. Ingeniero Geógrafo y Comandante de Ingenieros Diplomado del Servicio Geográfico del Ejército, Sr. Núñez de las Cuevas, quien disertó sobre "Fotointerpretación y programas especiales de percepción remota".

La conferencia, que se prolongó durante más de hora y media, fue documentada con interesantísimas fotografías proyectadas en el transcurso del acto.

El conferenciante hizo hincapié en la gran importancia que supone para nuestro país, en pleno desarrollo, el poder aprovechar en un futuro la gran información que puede suministrársenos a través de los satélites artificiales y laboratorios espaciales como el actual Skylab y la gran aplicación de esta información en temas tan actuales como son, contaminación, urbanismo, geología y minería, agricultura, etc., etc.

El acto que fue abierto por la Doctora Conchita Bonnet, Directora de este V Curso, fue clausurado con unas palabras del Decano de la Facultad de Ciencias Ilustrísimo Señor Don José Torroja que presidió dicho acto.

#### II CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA

Del 11 al 17 del mes de noviembre del corriente año, tendrá lugar en Caracas (Venezuela) el II Congreso Latinoamericano de Geología.

Los temas del mismo serán: 1) Cuaternario en América, 2) Cordillera Andina, 3) Estuarios Precámbricos, 4) Región del Caribe, y 5) Métodos Modernos de investigación.

Además y con motivo del Congreso celebrarán las siguientes excursiones: Cordillera de los Andes; Serranía de Perijá; Cordillera de la Costa; Islas de Margarita y Trinidad; y Escudo de Guayana.

los equipos de la Unidad Experimental de Cartografía Automática del Instituto Geográfico y Catastral. El Instituto Geológico y Minero de España, encargado de la realización y edición del proyecto Magna, cuya labor de impresión se realiza actualmente en los talleres del I. G. C., prevé en un futuro inmediato la realización automática de varias Hojas piloto con vistas a la creación de un banco de datos geológicos para este tipo de cartografía.

#### ACTOS CONMEMORATIVOS DE LA FUNDACION DEL INSTITUTO NACIONAL DE GEOFISICA

El jueves 12 de abril, se celebraron en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, los actos conmemorativos del treinta aniversario de la creación del Instituto Nacional de Geofísica, entre los cuales figuraba la entrega de placas de fundadores a los Académicos García Sñeriz y López de Azcona.

Nos entrevistamos con el Dr. López de Azcona, miembro honorario del mismo, para que nos recordase el proceso de la creación de dicho Instituto, quien manifiesta que a fines de 1941, le fue encomendado como Prof. de Geofísica de la Universidad Central, por el Prof. Alvareda Secretario General del C. S. de I. C. la promoción del mencionado Instituto. Las ideas directrices de ambos no eran concordantes totalmente. Opinaba el Prof. López de Azcona como orientación a dar, la de perfeccionar las técnicas de observación, sin intervenir en los servicios existentes, con posibilidad de hacer campañas remuneradas, para quienes lo requiriesen y no se las pudiesen realizar el Instituto Geológico y Minero y las empresas particulares de geofísica, que en aquellos momentos eran pocas y con medios reducidos, con lo cual se podría contar con fondos para financiar el Instituto.

Preparado el Decreto por el Sr. López de Azcona fue aprobado en Consejo de Ministros de 24 de febrero de 1942 y organizado con el personal siguiente: Los dos académicos geofísicos de la Real de Ciencias García Sñeriz e Inglada y Orts, designados Director y Subdirector; los dos profesores de Geofísica, Castillo de la Escuela de Minas y López de Azcona de la Universidad, designados Secretario y Vicesecretario y el Director del antiguo Instituto de Radiactividad Dr. Díaz de Rada. Estos fueron los cinco fundadores del mencionado Instituto.

Es interesante considerar la denominación del mismo: La idea primitiva al redactar el Decreto fue denominarlo "Instituto General Ibáñez Ibero de Geofísica", pero uno de los miembros fundadores recordó la caída en desgracia de este sabio español con motivo de un supuesto segundo y simultáneo matrimonio en Francia, por lo cual se desistió. Dada la circunstancia de extender sus actividades a todo el país, se decidió denominarlo "Instituto Nacional de Geofísica".

#### CICLO DE CORRELACIONES ESTRATIGRAFICAS

Organizado por la Facultad de Ciencias (Departamento de Estratigrafía), INI (Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras) y Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Departamento de Geología Económica), se ha celebrado del jueves 3 de mayo al viernes 11 del mismo mes, una serie de conferencias sobre correlaciones estratigráficas dentro del VI ciclo de conferencias técnico-científicas de ENADIMSA.



La conferencia inaugural corrió a cargo de la Doctora Carmina Virgili ("Visión actual de las correlaciones y unidades estratigráficas") y la de clausura a cargo del Doctor Ingeniero José Sierra López ("Los metalotectos estratigráficos de las fases de explotación y prospección minera").

Al finalizar el ciclo se extendió un certificado a todos aquellos asistentes interesados en el mismo, previa justificación de asistencia regular.

#### CURSOS SOBRE TECNICAS AEROESPACIALES APLICADAS A LAS CIENCIAS GEOLOGICAS

El Instituto Internacional del Servicio Aéreo y Ciencias de la Tierra de Ensche (Holanda), organiza para el curso 1972-73, tres cursillos de aplicaciones de las técnicas aeroespaciales a las ciencias geológicas, denominados: básico, normal y avanzado.

El incremento en la demanda de los recursos naturales, tanto renovables como no, se ha incrementado en la década última, lo que ha obligado a los prospectores a recurrir a técnicas más avanzadas y perfeccionadas, como la fotografía aérea y las de sensibilidades remotas. Entre las aplicaciones más destacadas figuran la cartografía geológica, la ingeniería geológica y la hidrología.

Entre las enseñanzas que se impartirán en estos tres cursos, figuran la aplicación de las informaciones sensibles remotas a la geología pura y aplicada, y la aplicación del radar a la interpretación geológica.

#### ECONOMIA

##### BAJA LA PRODUCCION MUNDIAL DE ACERO

La producción mundial de acero totalizó 577,3 millones de toneladas métricas el año 1971, lo que representa una baja de 2,9 por 100 respecto a 1970, según los datos compilados por la revista *Iron Age*. Durante 1971 la Unión Soviética se colocó en primer lugar como mayor productor de acero del mundo, con una producción estimada en 121 millones de toneladas, lo que supone un incremento de 4,5 por 100. Los EE. UU. bajaron a segundo lugar, con 110 millones de toneladas, una baja de 4,8 por 100. El Japón se mantuvo en tercer lugar con 87,5 millones de toneladas, lo que representa una baja de 6,6 por 100. La producción de Alemania Occidental se calcula en 40 millones de toneladas, lo que supone una disminución de 11 por 100. Entre las naciones que registraron aumentos de producción en 1971 se cuentan

la Argentina, Bélgica, Brasil, Bulgaria, China, Checoslovaquia, Alemania Oriental, Corea del Norte, Polonia, Rumania, Sudáfrica y España.

##### INVESTIGACIONES SOBRE LAS EXPORTACIONES ESPAÑOLAS DE TUBOS DE ACERO

La Comisión del Mercado Común ha iniciado una investigación antidumping sobre las exportaciones españolas de ciertos tipos de tubo de acero a la Comunidad, según informa la Agencia Comtelsa.

La investigación sigue a una serie de quejas por parte de la Federación de Fabricantes de Tubos de Acero en el sentido de que España está practicando el "dumping" con dichos productos, ya que últimamente se ha producido un importante incremento en las exportaciones de acero a la C. E. E.

#### APARATOS DE LABORATORIO

##### NUEVO CROMATOGRFO DISEÑADO PARA EL FUTURO

La firma Pye Unicam, ha presentado recientemente un nuevo cromatógrafo de gases que ha sido desarrollado teniendo en cuenta no sólo las necesidades actuales de los analistas, sino también los problemas que cabe esperar en el futuro.

El nuevo instrumento, llamado GCV, es de diseño modular, con lo que puede adaptarse fácilmente a cualquier necesidad específica, e incorpora importantes avances tecnológicos que lo convierten en un aparato de alta precisión y fácil manejo.

El cromatógrafo GCV lleva un sistema múltiple de detectores que trabajan simultáneamente: de esta forma se puede seleccionar la combinación de detectores adecuada a cada análisis.

Esta característica reviste particular importancia cuando se encuentran presentes en una misma muestra compuestos orgánicos e inorgánicos, que pueden ser detectados usando un detector de ionización de llama en serie con otro de conductividad térmica; o bien, en el caso de análisis de contaminantes de la atmósfera, donde la presencia simultánea de fósforo orgánico, azufre y compuestos halógenos se presta al empleo de detectores de captura electrónica y fotométrico a la vez.

Otra de las innovaciones importantes incorporadas al GCV es un horno de precisión, de especial configuración, que con una masa térmica muy baja permite un rápido calentamiento o enfriamiento.

El sistema de acoplamiento de los detectores elimina cualquier posibilidad de "zonas frías", ya que mediante un cuidadoso estudio de masas térmicas se ha conseguido

que los cambios de temperatura de la columna, de acuerdo con la correspondiente programación, no tengan ningún efecto sobre la zona de detección.

Una gama muy amplia de columnas, de vidrio o acero inoxidable, permite una total compatibilidad con los anteriores modelos de cromatógrafos. En la construcción de las columnas se emplea soldadura vidrio-metal, lo que permite su operación hasta 400° C.

Tanto el horno como el sistema de detección y el inyector están independientemente controlados por un módulo de programación de temperatura, que permite una reproducibilidad total dentro de toda la gama de funcionamiento en saltos de un solo grado centígrado.

#### VARIOS

##### USO PARA RELLENO DE MENUDOS DE CARBON

Los menudos de carbón, o sea, las partículas de carbón de tamaño tan reducido que no pueden ser vendidas para aplicación como combustible, pueden usarse ahora como carga en la manufactura de productos de caucho. Esto ha sido posible gracias al desarrollo de dos nuevos compuestos que se valen de menudos de carbón bituminoso, de calidad especial y costo bajo, según informa Battelle Columbus Laboratories (505 King Ave., Columbus, Ohio,

E. U. A. 43201). El sustituto es un sistema de relleno de tres componentes de menudos de carbón en dos copolímeros —uno de estireno butadieno, y uno de butadieno-acrilonitrilo—.

##### PALA CARGADORA TELEDIRIGIDA

A una distancia de más de un kilómetro se puede teledirigir una pala cargadora convencional adecuadamente equipada. Se trata de uno de los elementos de un tren de auxilio para la intervención en caso de accidentes nucleares. Desde un cuadro de mando transportable conectado con una emisora se dan las "órdenes" al receptor electrónico de control del vehículo. Con esta pala cargadora teledirigida, será posible en el futuro, rescatar después de un accidente, materiales que han sufrido los efectos de la radiactividad, sin que por ello tenga que exponerse directamente el personal a tal peligro de las instalaciones.

##### PLANTA DESALADORA TRANSPORTABLE

La Environmental Tectonics Corp. está trabajando en desarrollar una planta desaladora completa que puede ser montada sobre un camión. La firma recibió un contrato del Negociado de Aguas Salobres de EE.UU. para diseñar una unidad de destilación térmica de cuatro etapas, calentada por vapor. El prototipo será transportable y debe funcionar con cuidados mínimos de mantenimiento.



## Mercado de Minerales y Metales

### Cotizaciones en el Mercado Internacional en pesetas por unidad métrica

Metales preciosos	Mercado	Unidad	Precio mes de abril
<b>ORO</b>			
Metal: Bolsa de Londres	L	g	169,12
Bolsa de Engelhard	N	g	169,04-169,42
<b>PLATA</b>			
Metal: Bolsa de Londres	L	g	4,06
Bolsa de Nueva York	N	g	3,76
<b>PLATINO (dependiendo del tamaño del lote)</b>			
Mercado libre	L	g	255,20-273,76
<b>IRIDIO (dependiendo del tamaño del lote)</b>			
España y polvo	L	g	422,24-431,52
Metal: Precio oficial en USA	N	g	280,50-364,65
Precio de comercio en USA	N	g	514,25-561

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
<b>HIERRO</b>			
Concentrado:			
Fosfórico, mín 51,5 % Fe	N	t Fe cont	650,67-665,04
No fosfórico, mín 51,5 % Fe	N	t Fe cont	673,09-687,46
Sinterizados	N	t	738,61
Nódulos	N	t	761,61
Pellets	N	t. u. Fe cont	16,70
El apartado de precios es uno de los más complejos, ya que están en función de una serie de factores que es preciso determinar en cada caso. Este Instituto tiene prevista próximamente la publicación de una monografía sobre el hierro.			
<b>COBALTO</b>			
Metal:			
Bajo contrato con los consumidores	L	kg	381,16
Precio productor	L	kg	384,12
Granalla, 99 % Co:			
Lotes de menos de 50 kg. en bidones	N	kg	326,50
Lotes de 50-249 kg. en bidones	N	kg	320,10
Lotes mínimos de 250 kg.	N	kg	313,69
Polvo, 300-400 mesh, bidones de 50 kg.	N	kg	414,84
Polvo, extra tipo, bidones de 125 kg.	N	kg	509,59
Briquetas, lotes de 10 t.	N	kg	349,54
En el mercado libre	L	kg	324,73-340,65

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio
<b>Menas y concentrados.</b>			
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	76,82
Menas de 11 % de Co	N	kg Co cont	89,62
Menas de 12 % de Co	N	kg Co cont	102,43
<b>CROMO</b>			
Metal:			
En gránulos, mín 99 % Cr, lotes de 5 a 10 t.	L	kg	133,07
Aluminotérmico, 99,25 % Cr	N	kg	166,45
Electrolítico 99,8 % Cr	N	kg	166,45
Fundido al vacío	N	kg	175,41
<b>Menas y concentrados (Cromita).</b>			
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).			
Tipo 48 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ratio 3:1 (media)	N y L	t	2.322,8-3.200,96
<b>MANGANESO</b>			
Metal:			
Electrolítico, mín 99,9 % Mn, lotes de 1 a 5 t.	L	t	43.314-47.645
Regular, 99,9 % Mn, empaquetado	N	kg	42,50
Deshidrogenado 99,9 % Mn, empaquetado	N	kg	42,50
Menas y concentrados:			
Calidad metalúrgica:			
48/50 % Mn, máx 0,1 % P	L	t. u. Mn cont	34,84-36,58
38/40 % Mn	L	t. u. Mn cont	(n)
48 % Mn (bajas impurezas)	N	t. u. Mn cont	36,01-38,86
46 % Mn	N	t. u. Mn cont	34,86-36,01
Calidad para baterías:			
70/85 % MnO <sub>2</sub> , en gránulos	L	t	3.693,24-4.120,60
70/75 % MnO <sub>2</sub> , en terrones mezclados	L	t	5.682,79-6.393,14
<b>MOLIBDENO</b>			
Metal:			
Polvo	L	kg	511,10-532,76
Polvo de reducción hidrógena, 99,95 % Mo	N	kg	512,16
Menas y concentrados:			
Obtenido como subproducto o coproducto, en función del grado			
	N	kg Mo cont	194,62-218,94



Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio
<b>NIQUEL</b>			
Metal:			
Refinado, en lotes mínimos de 4 t ...	L	t	200.321
"F" granalla, en lotes mínimos de 5 t ...	L	t	188.066
Sinterizado 75 (óxido de níquel) ...	L	t Ni cont	179.271
Sinterizado 90 (óxido de níquel) ...	L	t Ni cont	183.192
Cátodos 99,9 % Ni ...	N	kg	195,90
Sinterizado 75 (óxido de níquel) ...	N	kg	175,41
Sinterizado 90 (óxido de níquel) ...	N	kg	179,25
Refinado, en el mercado libre ...	L	kg	183,09-194,62
<b>Menas y concentrados.</b>			
Según contenido en níquel, tomando como base de discusión el precio del níquel en cátodos del 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.			
<b>VANADIO</b>			
Metal: Sólo se cotiza como ferroaleaciones.			
Menas y concentrados:			
Pentóxido, fundido mín 98 % V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	L	kg V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> cont	208,86-217,66
Pentóxido, fundido mín 98 % V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	N	kg V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> cont	192,06
Grado técnico, secado por aire ...	N	kg V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> cont	282,96
<b>VOLFRAMIO</b>			
Metal:			
Polvo 98/99 % W ...	L	kg W cont	550,08
Reducción al carbón 98,8 % W, lotes de 1.000 lb ...	N	kg	576,18
Reducción hidrogenica 99,99 % W ...	N	kg	636,35-862,98
Menas y concentrados:			
Menas indiferenciadas, calidad normalizada mínimo 65 % WO <sub>3</sub> ...	L	t. u. WO <sub>3</sub> cont	2.642,15-2.764,87
<b>Wolframita:</b>			
Comprador ...	L	t. u. WO <sub>3</sub> cont	2.396,70
Vendedor ...	L	t. u. WO <sub>3</sub> cont	2.367,83
<b>Scheelita I:</b>			
Comprador ...	L	t. u. WO <sub>3</sub> cont	2.367,83
Vendedor ...	L	t. u. WO <sub>3</sub> cont	2.526,65
<b>Scheelita II:</b>			
Comprador ...	L	t. u. WO <sub>3</sub> cont	2.656,59
Vendedor ...	L	t. u. WO <sub>3</sub> cont	2.656,59
<b>Ferroaleaciones:</b>			
Ferro-volframio 80/85 % W ...	L	kg W cont	389,82-397,04
Carburo de volframio en polvo, micronizado ...	L	kg	707,46-736,33

Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio
<b>ALUMINIO</b>			
Metal:			
Lingotes vírgenes, superpureza, mín 99,99 % Al, en lingotes de 22 lb ...	L	t	60.640
Mín 99,6 % Al ...	L	t	31.764-32.341
Mín 99,7 % Al ...	L	t	32.052-32.630
<b>Menas y concentrados (Alumina y Bauxita):</b>			
Alumina calcinada 98,5/99,5 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> empaquetada en lotes de 20 t ...	L	t	9.565,17
Alumina calcinada, con contenido medio en sosa, en lotes de 50 t ...	L	t	11.653
Bauxita, grado abrasivo, mín 86 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , a granel ...	L	t	2.785,35
Bauxita, grado refractario, mín 86 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , a granel ...	L	t	36.80,64
<b>CINC</b>			
Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizado, mín 98 % Zn ...	L	t	30.392
Calidad "GOB" base del productor, 98/98, 5 % Zn ...	L	t	27.432
Lingotes de cinc electrolítico, mín 99,95 % Zn (con un premio) ...	L	t	31.030
Lingotes de cinc fino, mín 99,99 % Zn (con un premio) ...	L	t	31.528
Calidad "Prime Western", mín 98 % Zn ...	N	kg	25,94
Lingotes de alto grado (HG), mín 99,9 % Zn (con un premio) ...	N	kg	27,15
Lingotes especiales de alto grado (SHG), mínimo 99,99 % Zn (con un premio) ...	N	kg	27,74
<b>Menas y concentrados.</b>			
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	7.474,55
Sulfuro del 55 % Zn ...	L	t	8.587,72
<b>COBRE</b>			
Metal:			
Bobinas (L. M. E.) ...	L	t	92.230
Cátodos (L. M. E.) ...	L	t	90.346
<b>Menas y concentrados.</b>			
Los minerales de cobre se compran según una fórmula internacional.			
Menas del 15 % Cu ...	L	t	9.913,13
Menas del 20 % Cu ...	L	t	14.283,51
Menas del 25 % Cu ...	L	t	18.655,35
<b>ESTAÑO</b>			
Metal:			
Lingotes tipo normalizado, mín 99,75 % Sn (L. M. E.) ...	L	t	248.630
Calidad A, mín 99,8 % Sn ...	N	kg	256,08



Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio
<b>Menas y concentrados.</b>			
<b>El precio de venta del mineral se calcula mediante fórmula internacional.</b>			
Menas de estaño del 20 % Sn	L	t	35.143,53
Menas de estaño del 30 % Sn	L	t	60.872
Menas de estaño del 40 % Sn	L	t	87.387
Menas de estaño del 65 % Sn	L	t	151.759
Menas de estaño del 70 % Sn	L	t	167.944
Menas de estaño del 75 % Sn	L	t	180.375
<b>PLOMO</b>			
<b>Metal:</b>			
Lingotes, tipo LME normalizados, mín 99,97 % Pb.	L	t	22.477
<b>Menas y concentrados.</b>			
<b>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.</b>			
Concentrados de 70 % Pb	L	t	10.740,42
Concentrado de 80 % Pb	L	t	13.166,01
Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio
<b>ANTIMONIO</b>			
<b>Metal:</b>			
Regulus inglés, 99,5 % Sb, lotes 5 t	L	t	98.178
Regulus inglés, 99,6 % Sb, lotes 5 t	L	t	101.788
Importado 99,6 % Sb	L	t	115.400-118.803
Calidad RMM, mín 99,5 % Sb	N	kg	72,98
Calidad Lone Star, mín 99,8 % Sb	N	kg	87,06
<b>Menas y concentrados:</b>			
Fragmentos sulfurosos mín 50/55 % Sb	L	t. u. Sb cont	522,63-609,73
Fragmentos sulfurosos mín 60 % Sb	L	t. u. Sb cont	696,84-754,91
Crudo, mín 70 % Sb en fragmentos	L	t	96.879
Crudo, mín 70 % Sb en polvo negro	L	t	104.098
<b>BERILIO</b>			
<b>Metal:</b>			
Polvo 98 % Be, dependiendo del tamaño de los lotes.	N	kg	6.914,16-8.450,64
Aleaciones de apróx. 4 % Be y resto de Cu, en lingotes de 5 lb y en lotes 336 lb, se añade el Cu al precio de cotización de ese día	L	kg	6.367,40
<b>Menas y concentrados:</b>			
En fragmentos escogidos a mano, mín 10 % Be O	L	t. u. Be O cont	1.792,56-1.984,62
Importado, 10/12 % Be O (n)	N	t. u. Be O cont	1.920,60-2.240,70
<b>BISMUTO</b>			
<b>Metal:</b>			
Mercado internacional, en lotes de tonelada	N y L	kg	544.17-550,57
<b>Menas y concentrados:</b>			
Oxido, mín 60 % Bi	L	kg Bi cont	(n)

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio
<b>CADMIO</b>			
<b>Metal:</b>			
Barras mín 99,95 % Cd, en lotes de tonelada	N	kg	480,15
Lingote en el mercado libre	L	kg	466,06-472,46
Barras en el mercado libre	L	kg	468,62-475,02
<b>Menas y concentrados.</b>			
<b>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.</b>			
<b>CIRCONIO</b>			
<b>Metal:</b>			
<b>Esponja, polvo o placas:</b>			
Bajo contenido Hf	N	kg	896,28-1.792,56
Grado comercial	N	kg	640,20-1.280,40
<b>Menas y concentrados (Zircon):</b>			
<b>Arenas:</b>			
Importación en el mercado americano, mínimo 65 % ZrO <sub>2</sub>	N	t	3.715,40-4.001,20
<b>Importación en el mercado europeo:</b>			
Calidad normalizada, mín 66/67 % ZrO <sub>2</sub>	L	t	5.197,68-5.486,44
Calidad con premio, máx. 0.1 % TiO <sub>2</sub>	L	t	5.775,20-6.063,96
<b>LITIO</b>			
<b>Metal:</b>			
Lingotes mín 99,9 % Li, en lotes de 1.000 lb	N	kg	1.047,36-1.111,38
<b>Menas y concentrados:</b>			
Ambligonita 6/8 % Li <sub>2</sub> O, en base al 8 %	L	t. u. Li <sub>2</sub> O cont	958,68-1.100,17
Lepidolita 3/3,5 % Li <sub>2</sub> O, en base al 3 %	L	t. u. Li <sub>2</sub> O cont	994,77-1.029,42
Petalita 3,5/4,5 % Li <sub>2</sub> O, en base al 3 %	L	t. u. Li <sub>2</sub> O cont	649,71-794,09
Espodomena 4/7 % Li <sub>2</sub> O, en base al 6 %	L	t. u. Li <sub>2</sub> O cont	815,74-851,84
<b>MAGNESIO</b>			
<b>Metal:</b>			
Lingotes de calidad electrolítica, mín 99,8 % Mg, en lotes mínimos de 10 t	L	t	51.399
Lingotes mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 10 t.	L	t	57.896
Barras fundidas con entalladuras, en lotes de 1/2 a 1 t.	L	t	70.746
Polvo de "Grado 4" mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 1 t	L	t	101.856-110.595
Limaduras, en lotes mínimos de 1 t	L	t	80.708
Lingotes mín 99,8 Mg, en el mercado libre	L	t	49.089-50.533
Lingotes en bruto, mín 99,8 % Mg, en lotes de 10.000 lb	N	kg	48,91
Lingotes fundidos con entalladuras, en lotes de 10.000 lb	N	kg	49,93
<b>Menas y concentrados.</b>			
<b>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.</b>			



Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio
<b>MERCURIO</b>			
Metal:			
Mercado europeo, en frascos de 76 lb ...	L	f	16.218-16.649
Mercado americano, en frascos de 76 lb ...	N	f	16.550-17.247
<b>Menas y concentrados.</b>			
Las menas no se comercian, ya que son siempre tratadas por los países productores.			
<b>NIOBIO O COLUMBIO</b>			
Metal:			
Calidad metalúrgica 99,5/99,8 % Cb, dependiendo del tamaño de los lotes:			
— polvo y perdigones ...	N	kg	1.408,44-2.816,88
— lingotes rugosos ...	N	kg	2.048,64-3.457,08
Menas y concentrados:			
Columbita min 65 % $Cb_2O_5 + Ta_2O_5$ , de ratio $Cb_2O_5 / Ta_2O_5$ : 10/1 ...	L	t. u. $Cb_2O_5 + Ta_2O_5$ cont	1.492-1.634
Pirocloro min 50% $Cb_2O_5$ ...	N y L	kg $Cb_2O_5$ cont	181,81-186,93
Columbita 65 % $Cb_2O_5 + Ta_2O_5$ , de ratio $Cb_2O_5 / Ta_2O_5$ : 10/1 (n) ...	N	kg	102,43-108,83
<b>TANTALO</b>			
Metal:			
Polvo 99,5/99,8 % Ta, dependiendo del tamaño de los lotes ...	N	kg	3.649,14-4.929,54
Láminas, dependiendo de la pureza ...	N	kg	4.609,44-7.682,40
Varillas dependiendo de la pureza ...	N	kg	1.332,25
Menas y concentrados:			
Tantalita:			
Mín 60 % $Ta_2O_5$ ...	L	kg $Ta_2O_5$ cont	768,24-896,28
Mín 25/40 %, tomando como base 30 % $Ta_2O_5$ ...	L	kg $Ta_2O_5$ cont	640,20-768,24
Columbita: ver mineral de COLUMBIO.			
<b>TITANIO</b>			
Metal:			
Esonja inglesa, mín 99,3 % Ti, máx 120 Brinell ...	L	kg	167,14
Tochos de 4" 18" de diámetro, en lotes de 2.000 kg.	L	kg	369,61-522,65
Esonjas USA, mín 99,3 % Ti, máx 115 Brinell, en lotes de 500 lb ...	N	kg	169,01
Esonjas japonesas, mín 99,3 % Ti, en lotes de 500 lb.	N	kg	153,64-160,05
Menas y concentrados:			
Rutilo 95/97 % $TiO_2$ , empaquetado ...	L	t	12.128-12.561
Ilmenita de Malasia, 52/54 % $TiO_2$ ...	L	t	1.344,17-1.634,38
Rutilo mín 96 % $TiO_2$ , para comercio interior, 12 % máx humedad ...	N	t	11.203,50
Ilmenita mín 54 % $TiO_2$ ...	N	t	1.257,52-1.371,84

Metales menores o escasos	Mercado	Unidad	Precio
<b>ARSENICO</b>			
Metal:			
Fragmentos negros, mín 99 % As, en lotes de tonelada	L	t	115.504
<b>Menas y concentrados.</b>			
El arsénico es obtenido como subproducto en las metalurgias del cobre, cinc y otras menas.			
<b>CESIO</b>			
Metal:			
Mín 99,5 %, lotes de 1-277 g (*) ...	N	g	81,29-209,05
lotes de 1-9 lb (*) ...	N	kg	32.010-35.211
lotes de 10-99 lb (*) ...	N	kg	25.608-28.809
lotes de 100-999 lb (*) ...	N	kg	19.206-22.407
lotes de 1.000 o más lb (*) ...	N	kg	12.804
Mín 99,9 %, lotes de 1-277 g (*) ...	N	g	104,52-232,28
lotes de 1-9 lb (*) ...	N	kg	38.412-41.613
lotes de 10-99 lb (*) ...	N	kg	32.010-35.211
lotes de 100-999 lb (*) ...	N	kg	24.328-28.169
lotes de 1.000 o más lb (*) ...	N	kg	16.005
Menas y concentrados:			
Polucita mín 24 % $Cs_2O$ ...	L	tu $Cs_2O$	688,69
<b>GALIO</b>			
Metal:			
Mín 99,99 % s/lotes (*) ...	N	g	55,16-81,29
Mín 99,9999 % s/lotes (*) ...	N	g	69,68-98,71
<b>Menas y concentrados.</b>			
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.			
<b>CERMANIO</b>			
Metal:			
Calidad refinada 30 ohm/cm conductividad:			
En el mercado europeo ...	L	kg	12.591
En el mercado americano ...	N	kg	17.014,51
<b>Menas y concentrados.</b>			
El germanio metal se recupera generalmente en la fundición de las venas de plomo y cinc.			
<b>HAFMIO</b>			
Metal:			
Esonja (*) ...	N	kg	10.563
En barras y placas laminadas (*) ...	N	kg	15.365
<b>Menas y concentrados.</b>			
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.			



Metales menores escasos	Mercado	Unidad	Precio
<b>INDIO</b>			
Metal:			
En barras, mín 99,97 % de pureza, en lotes de 100 troy on	L	g	3,94
En lingotes mín 99,97 % de pureza, en lotes mínimos de 10.000 troy on	N	g	3,83
<b>Menas y concentrados.</b>			
El Indio metal se recupera generalmente en la fundición de minerales de cinc.			
<b>RUBIDIO</b>			
Metal:			
Mín 99,5 % s/ lotes (*)	N	g	12,80-209,05
<b>Menas y concentrados.</b>			
El rubidio producido se obtiene de la metalurgia del cesio y otras menas, por esta razón no se cotizan sus menas en el mercado.			
<b>SELENIO Y TELURO</b>			
Metal. Selenio:			
Polvo grado comercial mín 99/99,5 % Se	N	kg	1.152,36
De alta pureza, mín 99,9 % Se	N	kg	1.472,46
Metal. Teluro:			
Fragmentos y polvo mín 99/99,5 % Te	L	kg	795,92
Barras mín 99,5 % Te	L	kg	795,92
<b>Menas y concentrados.</b>			
No se comercializan las menas de selenio y teluro 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.			
<b>TALIO</b>			
Metal en lotes de 25 lb	N	kg	960,30
<b>Menas y concentrados.</b>			
Las menas de este metal no se cotizan en el mercado, ya que todo el talio que se produce se obtiene en la metalurgia de otras menas.			

NOTA.—Para cotizaciones de metales y minerales no incluidos en esta relación así como para cualquier otra declaración, dirigirse al Instituto Geológico y Minero de España, División de Minería.

## Información legislativa

### PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
79	6507	2-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Almería.
79	6507	2-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Jaén.
79	6507	2-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera, Dirección General de Minas.
79	6507	2-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de permisos de investigación, Delegación Provincial de Alicante.
79	6507	2-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de permisos de investigación, Delegación Provincial de Badajoz.
79	6507	2-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación, Delegación Provincial de Ciudad Real.
79	6507	2-IV-73	Ind.	REHABILITACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de Córdoba.
79	6507	2-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación, Delegación Provincial de Jaén.
79	6508	2-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación, Delegación Provincial de Teruel.
79	6508	2-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Toledo.
81	6694	4-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Lugo.
81	6694	4-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Salamanca.
86	7158	10-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Pontevedra.
86	7156	10-IV-73	Ind.	CANCELACION de permisos de investigación, Delegación Provincial de Córdoba.
86	7157	10-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Huelva.
86	7157	10-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de La Coruña.
86	7157	10-IV-73	Ind.	CANCELACION de permiso de Investigación, Delegación Provincial de León.
86	7158	10-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Lugo.
86	7158	10-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación, Delegación Provincial de Navarra.
86	7158	10-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Oviedo.
88	7365	12-IV-73	Ind.	Se autoriza el levantamiento de suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro denominado "Subsectores II y VI, área 1" (Málaga-Granada).



"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
89	7457	13-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera citados, Delegación Provincial de Cuenca.
90	7574	14-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Madrid.
90	7575	14-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Murcia.
90	7574	14-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación, Delegación Provincial de Guadalajara.
91	7664	16-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Zaragoza.
91	7663	16-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Jaén.
91	7664	16-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Navarra.
91	7664	16-IV-73	Ind.	Se hace pública la solicitud de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Sevilla.
91	7664	16-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Teruel.
91	7663	16-IV-73	Ind.	Queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos, en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Málaga y Granada.
93	7793	18-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de permisos de investigación, Delegación Provincial de Almería.
94	7896	19-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
94	7896	19-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Granada.
96	8007	23-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Salamanca.
97	8085	23-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Guadalajara.
99	8268	25-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Jaén.
99	8270	25-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Valencia.
99	8268	25-IV-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Jaén.
99	8268	25-IV-73	Ind.	CANCELACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de La Coruña.
99	8268	25-IV-73	Ind.	CANCELACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de Málaga.
102	8586	28-IV-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permiso de investigación, Delegación Provincial de Huelva.
108	9037	5-V-73	Ind.	Queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Sevilla y Córdoba.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
111	9345	9-V-73	Ind.	CADUCIDAD de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Granada.
111	9346	9-V-73	Ind.	CADUCIDAD de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Orense.
111	9346	9-V-73	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
111	9345	9-V-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permiso de investigación, Dirección General de Minas.
111	9345	9-V-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Badajoz.
111	9345	9-V-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Cáceres.
111	9345	9-V-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Ciudad Real.
111	9345	9-V-73	Ind.	CANCELACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de León.
111	9346	9-V-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Zaragoza.
119	10015	18-V-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Madrid.
121	10191	21-V-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Segovia.
122	10292	22-V-73	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Guadalajara.
122	10292	22-V-73	Ind.	CADUCIDAD de permisos de investigación, Delegación Provincial de Madrid.
123	10376	23-V-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Granada.
123	10376	23-V-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Guadalajara.
123	10376	23-V-73	Ind.	CANCELACION de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Oviedo.
123	10376	23-V-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Segovia.
126	10668	26-V-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Salamanca.
129	10950	30-V-73	Ind.	CADUCIDAD de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Albacete.
129	10955	30-V-73	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Murcia.
<b>HIDROCARBUROS</b>				
79	6506	2-IV-73	Ind.	ORDEN sobre renuncia de "Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A.", "American Petrofina Exploration Company" y "Refinerías de Petróleos de Escombreras, S. A.", a los permisos de investigación de hidrocarburos "Letur" y "Orcera", en la zona I.
80	6607	3-IV-73	Ind.	DECRETO por el que se aprueba la titularidad única del Instituto Nacional de Industria en nueve permisos de investigación de hidrocarburos y la posterior cesión de éstos a ENPASA y ENPENSA.



"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
86	7155	10-IV-73	Ind.	ORDEN sobre renuncia de "Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A.", "American Petrofina Exploración Company" y "Refinería de Petróleos de Escombreras, S. A.", a los permisos de investigación de hidrocarburos "Caudete", expediente número 122: "Benejama", expediente número 123; y "Villena", expediente número 124, en la zona I (Península).
88	7365	12-IV-73	Ind.	ORDEN por la que se autoriza el levantamiento de suspensión de derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro denominado "Subsectores II y VI, área 1" (Málaga-Granada).
91	7663	16-IV-73	Ind.	Queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos, en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Málaga y Granada.
92	7726	17-IV-73	Ind.	DECRETO por el que se aprueba el proyecto de contrato entre "Esso Exploration Spain, Inc.", "Instituto Nacional de Industria" y "Banco Español de Crédito, S. A.", para cesión a estos últimos de participaciones en los permisos de investigación de hidrocarburos "Golfo de Vizcaya A a H".
92	7727	17-IV-73	Ind.	DECRETO por el que se adjudican a "Coparex Española, S. A.", dos permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona I.
108	9037	5-V-73	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigaciones y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Sevilla y Córdoba.
RESERVAS				
86	7156	10-IV-73	Ind.	ORDEN por la que se proroga la reserva provisional a favor del Estado, para minerales radiactivos, en la "Zona vigésima quinta. Cabrejas del Pinar", de la provincia de Soria.
99	8260	25-IV-73	Ind.	ORDEN por la que se proroga la reserva provisional a favor del Estado, para investigación de minerales radiactivos, en el área denominada "Zona vigésimo sexta, La Junquera", de la provincia de Gerona, encomendada a la Junta de Energía Nuclear.
105	8776	2-V-73	Ind.	ORDEN por la que se autoriza el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en "Valle de Alcudia", de las provincias de Ciudad Real, Jaén y Córdoba.
110	9225	8-V-73	Ind.	ORDEN por la que se dispone el establecimiento de reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos e hidrocarburos fluidos, "Subsector II, área 3, Alanís-Cerro Muriano", de las provincias de Córdoba, Sevilla y Badajoz.
110	9226	8-V-73	Ind.	ORDEN por la que se dispone el establecimiento de la reserva provisional, a favor del Estado, para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos e hidrocarburos fluidos, en una zona denominada "Sierra Moncayo", comprendida en las provincias de Zaragoza y Soria.
110	9227	8-V-73	Ind.	ORDEN por la que se establece la reserva definitiva, a favor del Estado, para toda clase de sustancias minerales, excluidos hidrocarburos fluidos, en la zona "Salamanca vigésima cuarta", comprendida en la provincia de Salamanca.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
117	9836	16-V-73	Ind.	CORRECCION de errores de la Orden de 21-III-73 por la que se proroga la reserva provisional a favor del Estado, para investigación de minerales radiactivos en el área denominada "Zona vigésimo sexta, La Junquera", de la provincia de Gerona, encomendada a la Junta de Energía Nuclear.
122	10289	22-V-73	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado para minerales radiactivos, ampliación a Porriño, de la provincia de Pontevedra.
123	10373	23-V-73	Ind.	ORDEN por la que se proroga la reserva provisional a favor del Estado para minerales de plomo y espato flúor en la zona Sierra de Gádor (Almería), con reducción del área correspondiente a los bloques A y G.
124	10470	24-V-73	Ind.	ORDEN por la que se dispone el establecimiento de la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, "Subsector VII, área I (Sn-W/III-1)" comprendida en la provincia de Salamanca.
126	10666	26-V-73	Ind.	ORDEN por la que se proroga la reserva provisional a favor del Estado en la "Zona Batolito Granítico de Los Pedroches" (Córdoba-Jaén), con reducción de superficie.
128	10864	29-V-73	Ind.	ORDEN por la que se proroga la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, con reducción de superficie, y la nueva denominación de "Zona vigésima tercera Orense. Segunda modificación (Orense-Zamora)".
128	10865	29-V-73	Ind.	ORDEN por la que se proroga la reserva provisional a favor del Estado de minerales radiactivos, con reducción de superficie, y la nueva denominación de "Zona vigésima cuarta-Lalín. Segunda modificación"; comprendida en la provincia de Pontevedra.
128	10865	29-V-73	Ind.	ORDEN por la que se establece la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos, en la zona "Subsector I-Area 1-2 (Sn-W/I-1 y Ti/I-1)", comprendida en la provincia de La Coruña.
VARIOS				
88	7348	12-IV-73	Jef. Est.	DECRETO-LEY por el que se prohíbe temporalmente al alumbramiento de aguas subterráneas en determinadas zonas de la provincia de Almería.
88	7357	12-IV-73	O. P.	Se autoriza a don Antonio Martí Civil y doña María Boqué Elías para aprovechar aguas subálveas del barranco del Moli de Guasch, en término municipal de Espluga de Francolí (Tarragona).
88	7358	12-IV-73	O. P.	Se autoriza un aprovechamiento de aguas subálveas del arrollo Diego Díaz, en su término municipal, con destino al abastecimiento del barrio de San Pablo de Buceite, a favor del Ayuntamiento de Jimena de la Frontera (Cádiz).
91	7664	16-IV-73	Ind.	DECLARACION de mineromedicinal de las aguas del manantial citado, Delegación Provincial de Huesca.
100	8367	26-IV-73	O. P.	Se concede a don José Cinca Besora autorización para aprovechar aguas subálveas del torrente San Jaime, en término municipal de Riner (Lérida), para usos domésticos y atenciones ganado, con exclusión de la bebida.
100	8374	26-IV-73	Ind.	Se hace pública la declaración de mineromedicinal de las aguas del manantial que se cita.



"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
106	8839	3-V-73	O. P.	Se hace pública la autorización solicitada por la Comunidad de Aguas "Las Breñas" para continuar la perforación de una galería que tiene autorizada y emboquillada a la cota 418, en el paraje conocido por "El Cordobés", en término municipal de El Sauzal (Santa Cruz de Tenerife).
108	9033	5-V-73	O. P.	Se hace pública la autorización solicitada por la Comunidad de Aguas "Las Fuentes de Güimar" para alumbrar aguas subterráneas mediante galería que se emboquillará en la margen derecha del barranco de Teguigo y se desarrollará en el monte de propios del Ayuntamiento de Güimar (Santa Cruz de Tenerife).
110	9222	8-V-73	O. P.	Se hace pública la concesión otorgada a la Comunidad de Regantes de Gorafe de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Gor en término municipal de Gorafe (Granada).
115	9672	14-V-73	P. G.	Se distan normas sobre ayuda del Estado a los abastecimientos de agua en que forma parte de las obras una planta de desaliazación de aguas del mar o salobres.
123	10365	23-V-73	O. P.	Se concede autorización a don Juan Mujal Vilaseca para aprovechar aguas subálveas del torrente Cadenas, en término municipal de Cardona (Barcelona), con destino a atenciones de una granja.
123	10365	23-V-73	O. P.	Se concede autorización a "Abatavia, S. A.", para aprovechar aguas subálveas del río Francolí, en término municipal de Vilavert (Tarragona), con destino a usos industriales.
123	10372	23-V-73	Ind.	ORDEN por la que se da cumplimiento a la sentencia dictada por el Tribunal Supremo en el recurso contencioso-administrativo número 5.784, promovido por "Industrias Aragonesas del Aluminio, S. A.", contra resolución de este ministerio de 2-V-1967.
123	10372	23-V-73	Ind.	ORDEN por la que se da cumplimiento a la sentencia dictada por el Tribunal Supremo en el recurso contencioso-administrativo número 5.848, promovido por "Internacional Radio Televisión, S. A.", contra resolución de este Ministerio de 17-V-1966.
123	10372	23-V-73	Ind.	ORDEN por la que se da cumplimiento a la setencia dictada por el Tribunal Supremo en el recurso contencioso-administrativo número 5.855, promovido por "Laboratorios Bago, S. A.", contra resolución de este Ministerio de 1-VIII-1966.
123	10372	23-V-73	Ind.	ORDEN por la que se da cumplimiento a la setencia dictada por el Tribunal Supremo en el recurso contencioso-administrativo número 6.102, promovido por don José Soler Peris, contra resolución de este Ministerio de 13-VI-1966.
123	10372	23-V-73	Ind.	ORDEN por la que se da cumplimiento a la setencia dictada por el Tribunal Supremo en el recurso contencioso-administrativo número 6.254, promovido por "Alter, S. A.", contra resolución de este Ministerio de 23-VI-1966.
123	10.373	23-V-73	Ind.	ORDEN por la que se da cumplimiento a la setencia dictada por el Tribunal Supremo en el recurso contencioso-administrativo número 6.255, promovido por don Antonio Morato Portell, contra resolución de este Ministerio de 16-VII-1967.
123	10.373	23-V-73	Ind.	ORDEN por la que se da cumplimiento a la setencia dictada por el Tribunal Supremo en el recurso contencioso-administrativo número 4.044, promovido por "Factor Hispania, S. A.", contra resolución de este Ministerio de 10-I-1966.
126	10668	26-V-73	Ind.	RESOLUCION declarando mineromedicinal las aguas del manantial citado, Delegación Provincial de Segovia.

## Notas bibliográficas

### GEOLOGIA

A. OBRADOR: *Significado de unos potholes modelados en el Mioceno Menorquín*. Acta Geológica Hispánica. Año VII, núm. 6, págs. 161-163, noviembre-diciembre 1972.

Describe unos cortes detallados del Mioceno de la isla de Menorca con el fin de situar estratigráficamente unas estructuras de erosión (potholes) de edad presumiblemente miocena.—L. DE A.

ESMERALDA CAUS: *Aportaciones al conocimiento del eoceno del anticlinal de Oliana (provincia de Lérida)*. Acta Geológica Hispánica. Año VIII, núm. 1, págs. 7-10, enero-febrero 1973.

Estudia las unidades litoestratigráficas que constituyen el anticlinal de Oliana, haciendo referencia a los cambios de facies existentes a lo largo del mismo.

Ha identificado los miembros Igualada y Tossa de la Formación Santa María de Miralles (Ferrer, 1967 y 1971) en el Eoceno marino y la Formación Artés en el Eoceno continental.—L. DE A.

LUIS SOLÉ SUGRAÑES y E. CLAVELL: *Nota sobre la edad y posición tectónica de los conglomerados eocenos de Queralt (prepirineo oriental, provincia de Barcelona)*. Acta Geológica Hispánica. Año VIII, núm. 1, págs. 1-6, enero-febrero 1973.

Describe detalladamente la serie eocénica de Queralt, en el borde Sur del Prepirineo oriental (provincia de Barcelona).

Consideran que los conglomerados de Queralt que afloran en el santuario de Queralt junto al valle del Llobregat, corresponden a materiales depositados en un medio marino, próximo a la costa, sobre un talud de pendiente grande en período de formación. Su edad en la base la definen la asociación de Assilina major, A. sp. Peyrac y Nummulites campesinus, que pueden corresponder al Cuisiense medio o superior o incluso a la base del Lute-ciense.

La asociación faunística de la base de los conglomerados de Queralt es la misma de los niveles calcáreos superiores del miembro Armancies, que se hallan inmediatamente debajo de las turbiditas de Campdevanol.

Consideran a los conglomerados de Queralt como equivalentes laterales de sedimentos turbidíticos correspon-

diendo a un ambiente más proximal y de fuerte pendiente.

La edad de emplazamiento del manto del Pedraforca debe ser posterior a las turbiditas de Campdevanol e incluso a las margas yesíferas de Vallfogona (Luteciense inferior), hallándose el frente del manto fosilizado por las margas de Sant Llorenc, y conglomerados de Bastets que en su base presentan una edad Biarritziense superior e incluso Priaboniense en los afloramientos marinos más altos. Por lo tanto, la edad de emplazamiento del manto del Pedraforca correspondería a la denominada fase pi-renáica.—L. DE A.

### ESTRATIGRAFIA

MATEO ESTEBAN CERDÁ: *Presencia de caliches fósil en la base del eoceno de los Calanides, provincias de Tarragona y Barcelona*. Acta Geológica Hispánica. Año VII número 6, págs. 164-168, noviembre-diciembre 1972.

Los criterios petrológicos seguidos han permitido reconocer nuevos yacimientos de calicha fósil. Con ellos se llega a una decena de yacimientos conocidos de calicha fósil.

El caliche de la base del Eoceno de los Catalánides se sitúa inmediatamente debajo del nivel de "Bulimus" gerundensis. Excepto en Salomó el caliche está asociado a abundantes colonias de Microcodium, algunas de cuyas variedades morfológicas deben interpretarse como muy involucradas en el proceso de calichificación.

El caliche, así como la presencia de Helix y goethita, indican la existencia en la base del Eoceno de los Catalánides de una etapa continental, terrestre, que erosiona y fosiliza un relieve mesozoico.

El caliche es de tipo pisolítico exclusivamente y las características de detalle difieren bastante en cada afloramiento.—L. DE A.

### PALEONTOLOGIA

B. MERCADAL, A. OBRADOR y J. ROSELL SANUY: *Fauna malacológica del cuaternario marino de la Isla del aire (Menorca)*. Acta Geológica Hispánica. Año VII, número 6, págs. 178-179, noviembre-diciembre 1972.

Dan a conocer la fauna existente en varios niveles marinos de edad cuaternaria, así como la presencia de



*Myotragus balearicus* Bate en los depósitos eólicos de la isla de Aire (Menorca, Baleares).—L. DE A.

H. RAFAEL ADROVER: *Yacimiento de micromamíferos en Navarrete del Río (provincia de Teruel, España)*. (nota preliminar). Acta Geológica Hispánica. Año VII, número 6, págs. 176-177, noviembre-diciembre 1972.

Da cuenta del hallazgo de un yacimiento de micromamíferos en Navarrete del Río, provincia de Teruel. Da la lista provisional de la fauna hallada. La posición estratigráfica del yacimiento correspondería, más o menos, a la del yacimiento de Estrepouy.—L. DE A.

S. CALZADA y A. BALTÁ: *Helicoides miocénicos en Juncosa del Montmell (Tarragona)*. Acta Geológica Hispánica. Año VII, núm. 6, págs. 174-175, noviembre-diciembre 1972.

Confirma la edad miocénica de las capas rojas del Campo de Tarragona por el hallazgo de Helicoides en Juncosa del Montmell (Hoja 446: Valls) (provincia de Tarragona).—L. DE A.

C. MARTÍN ESCORZA y A. PEREJÓN: *Nota previa sobre la presencia de arqueociátidos en los alrededores de Urda (montes de Toledo orientales)*. Acta Geológica Hispánica. Año VII, núm. 6, pág. 169, noviembre-diciembre 1972.

Señala la presencia de Arqueociátidos en la formación calcárea aflorante en los alrededores de Urda (Montes de Toledo orientales), lo cual les permite asignar a estas "calizas de Urda" una edad cámbrica inferior.—L. DE A.

J. F. DE VILLALTA: *Presencia de la marmota y otros elementos de la fauna esteparia en el Pleistoceno Catalán*. Acta Geológica Hispánica. Año VII, núm. 6, págs. 170-173, noviembre-diciembre 1972.

Describe una mandíbula de *M. marmota* Linné y otras de *Citellus major* Pallás, halladas en la capa 7 de la cueva B de Olopte, en las cercanías de Isobol (provincia de Gerona).

Este hallazgo es importante por ampliar hacia el Sur el área de dispersión del espermofilino y demostrar que la marmota ha vivido durante la fase inicial del Wurm en la vertiente sur del Pirineo catalán.—L. DE A.

## MINERALOGIA

LIPPMANN, F., Universidad de Tübingen (Württemberg, Alemania). *Minerales sedimentarios carbonatados (carbonatos sedimentarios)*. Minerales, rocas y materiales inorgánicos. Series monográficas de estudios teóricos y experimentales. Editores: Engelhart, W. von; Hahn, T.; Roy, R.; Wyllie, P. J., vol. 6, 54 figs. VI, 228 páginas, 1973. En tela, Berlín-Heidelberg-Nueva York: Springer-Verlag. ISBN 4-540-06011-1, tamaño: 23 1/2×16 cm.

(En la traducción del título de esta obra, en realidad debería constar solamente lo que se encuentra entre paréntesis, como se deduce al leer la introducción.)

La obra está dividida en cinco partes. La Parte A, es la Introducción. En ella se describe el papel que desempeña la Mineralogía en la Petrología de los carbonatos sedimentarios. Si, por tradición, eran los paleontólogos y estratígrafos los que más se interesaban por los carbonatos, actualmente son también los mineralogistas los que dedican su atención a ellos. Las diversas técnicas mineralógicas, físicas y químicas tratan de llenar este vacío que se notaba ya hacía tiempo en la Estratigrafía. La presente obra se propone contribuir a tal fin.

La parte B, estudia la química cristalina de los carbonatos sedimentarios. Está dividida en varios capítulos. La calcita, como tipo de los carbonatos romboédricos es el primero, cuya descripción ocupa los primeros subcapítulos; le siguen la dolomita y la norsetita, las calcitas y dolomitas magnesianas, las sideritas.

El aragonito, que si bien no es tan abundante como la calcita, ocupa, en su amplia descripción, el subcapítulo II, ya que desempeña un importante papel en la formación de las rocas carbonatadas. El autor lo reconoce como constituyente principal de muchos carbonatos sedimentarios de edad reciente pero descuida señalar que junto con otros carbonatos como la dolomita y sobre todo, la magnesita adquiere un gran interés en las formaciones sedimentarias paleozoicas y precámbricas. Como tipo de los carbonatos rómbicos el aragonito es objeto de un detenido análisis estructural, así como de su clásica macla triple.

En el subcapítulo III se describe primeramente la vaterita (tercera modificación de CaCO<sub>3</sub>). Sigue el estudio de los hidrocarbonatos de magnesita. (Hidromagnesita, artinita, nesqueonita y lansfordita) y se extiende con gran amplitud en "el problema de la magnesita". Los carbonatos alcalinos son objeto de estudio en el último subcapítulo.

La parte C, trata del polimorfismo de la calcita y del aragonito. Se discuten las relaciones estables entre ambos minerales, las fases metastables del aragonito, los ooides de aragonito, la formación de la calcita y del aragonito en los organismos, la persistencia y las transformaciones del aragonito.

La parte D, está dedicada al sistema CaCO<sub>3</sub>-MgCO<sub>3</sub>. Son cuatro los capítulos que comprende. El primero trata del "problema de la dolomita". El segundo, de las relaciones de

fases en el sistema anhidro o seco. El tercero, de los sistemas en los que intervienen las soluciones acuosas, de la desdolorización. El cuarto, estudia la síntesis acuosa de la Norsethita (carbonato de bario y magnesio), que es un modelo para comprender, a su vez, la formación a baja temperatura de la dolomita.

La parte E, es un sumario petrológico en donde se describen las series de reacciones que conducen a la formación de las rocas carbonatadas procedentes de los sedimentos carbonatados. Son tres los capítulos que comprende: I: la formación de las calizas de agua dulce. II: La evolución de las calizas marinas. III: La dolomitización.

La obra se termina con un apéndice en donde están impresas numerosas tablas numéricas.

En la bibliografía están anotadas gran parte de las más recientes obras que tratan de los problemas planteados en la génesis de los carbonatos, pero se echan de menos otras de autores como, por ejemplo, H. Leitmeier, del cual sólo se anotan publicaciones antiguas (1910, 1916) pero se desconoce otras de años muy posteriores (1951/1953) y de este mismo autor en unión de W. Siegl, quienes en 1954 investigan las magnesitas austríacas y describen su génesis sedimentaria, en contra de la clásica pero nunca demostrada hipótesis metasomática de la transformación de la dolomita en magnesita por vía hidrotermal.—J. G. DE LL.

## SEDIMENTOLOGIA

J. ROSELL, A. OBRADOR, S. ROBLES OROZCO y L. PALLÍ: *Sedimentología del mioceno del Vallés Occidental (provincia de Barcelona)*. Acta Geológica Hispánica. Año VIII, número 1, págs. 25-29, enero-febrero 1973.

Estudian litoestratigráficamente el Mioceno del Vallés occidental constituyente de una parte de la Depresión Media o fosa tectónica intermedia entre la Cordillera Litoral y la Prelitoral del Sistema Mediterráneo. Lo completan con un análisis de la cuenca.—L. DE A.

J. TRILLA y A. OBRADOR: *Ambientes sedimentarios en el mioceno del Baix Camp de Tarragona*. Acta Geológica Hispánica. Año VIII, núm. 1, págs. 21-24, enero-febrero 1973.

Realizan una síntesis de los ambientes sedimentarios que han podido reconocer en el Mioceno del Baix Camp de Tarragona. Al mismo tiempo plantean la posibilidad de que en la Sierra de Prades existiera una cobertera conglomerática pre-miocénica y post-eocénica desmantelada actualmente por la erosión.—L. DE A.

JORDÍ MARTINELL CALLICÓ: *Algunos datos paleoecológicos y tafonómicos de un yacimiento pliocénico del Ampurdan*. Acta Geológica Hispánica. Año VIII, núm. 1, páginas 16-20, enero-febrero 1973.

Ha estudiado el yacimiento Pliocénico del cementerio de Ciurana (Gerona), desde el punto de vista tafonómico y paleoecológico, y ha deducido que las condiciones de formación del yacimiento apenas implican transporte y que la sucesión vertical parece representar un régimen regresivo a partir de unas condiciones marinas normales.—L. DE A.

G. GHIBAUDO, E. MORELLI, E. MUTTI, A. OBRADOR, J. M.<sup>a</sup> PONS, M. RAMASCO y J. ROSELL: *Facies y paleogeografía de la "arenisca de Aren"* (nota preliminar). Acta Geológica Hispánica. Año VIII, núm. 1, págs. 13-15, enero-febrero 1973.

Los resultados preliminares de una investigación sedimentológica y estratigráfica han permitido a los autores precisar acerca del ambiente originario de sedimentación de la "Arenisca de Aren" y esbozar un cuadro deposicional de los mismos, mucho más complejo de lo que se había creído precedentemente.—L. DE A.

A. OBRADOR, L. PALLÍ y J. ROSELL: *Significado sedimentológico de los niveles con assilinas de la formación armancies (eoceno medio) o sus equivalentes laterales*. Acta Geológica Hispánica. Año VIII, núm. 1, págs. 11-12, enero-febrero 1973.

Exponen las características sedimentológicas de los niveles con Assilina de la Fm. Armancies y sus equivalentes laterales que permiten precisar algunos aspectos acerca de su génesis.

Llegan a la conclusión de que las "barras de Assilinas" de la Fm Armancies, en su extremo occidental (Bagá-Campdevanol), son canales de "grain flow" depositados originariamente al W de Terrades y deslizados, de E a W, en una cuenca turbidítica sin aportes de clásticos groseros.—L. DE A.

## GEOQUIMICA

AURELIO ALVAREZ-PÉREZ y JOAQUÍN MONTORIOL-POUS: *Nota referente a la bibliografía sobre los sulfuros metálicos de Cataluña*. Acta Geológica Hispánica. Año VII, número 6, págs. 187-192, noviembre-diciembre 1972.

Presentan una recopilación bibliográfica incompleta con 88 referencias sobre los sulfuros metálicos de Cataluña. Consta de tres listas ordenadas, respectivamente, por auto-



res, especies minerales y localidades. Entrado por cualquiera de las tres se encuentra la correspondiente referencia numérica a las otras dos, de tal manera que puede hallarse fácilmente entre los recopilados cualquier dato que se busque.—L. DE A.

JUAN A. CAMPÁ-VIÑETA y JOAQUÍN MOTORIOL-POUS: *Análisis de la correlación entre los elementos menores contenidos en las fluoritas del yacimiento de Osor (Gerona)*. Acta Geológica Hispánica. Año VII núm. 6, páginas 182-186, noviembre-diciembre 1972.

Basándose en el análisis cuantitativo por fluorescencia de rayos X, de los elementos Ba, Y, Zn, Fe, Cu, Mn. Si en contenidos menores en 82 muestras de fluorita procedentes del yacimiento de Osor, se llevan a cabo los estudios de: 1) la correlación simple y la correlación múltiple entre elementos menores, en el Filón Norte y en el Filón Sur; 2) la correlación entre subunidades.—L. DE A.

JULIO SAAVEDRA ALONSO, ANTONIO GARCÍA SÁNCHEZ y LUIS MORENO ABATÍ: *Sobre la existencia de un vulcanismo silúrico en el Castillo Sinclinal de Tamames (Salamanca)*. Acta Geológica Hispánica. Año VIII, núm. 1, págs. 30-32, enero-febrero 1973.

Realizan un estudio de la zona central, vulcanosedimentaria, del sinclinal de Tamames desde los puntos de vista estratigráfico y geoquímico. Han realizado análisis químicos de elementos mayores, menores y trazas en 13 muestras de rocas. Parece ser que se trata de dos tipos de magma diferentes.—L. DE A.

S. FERNÁNDEZ y A. HERNÁNDEZ-PACHECO: *Las rocas lamproíticas de Cabezo Negro, Zeneta (Murcia)*. Estudios Geológicos, vol. XXVIII, págs. 267-276, octubre 1972.

El cabezo Negro de Zeneta (Murcia) es un pitón de rocas volcánicas potásicas de tipo lamproítico de edad postburdigaliense. Del estudio petrográfico y geoquímico de sus materiales establecen los autores sus relaciones con las otras lamproitas del SE de España y sus similitudes con las de los afloramientos de Vera y Fortuna. Se reconocen al igual que en estos casos, términos sódicos y potásicos.

La presencia de xenolitos y xenocristales, así como los fenómenos de asimilación que presentan estas rocas, plantean problemas en cuanto al origen de estas series lamproíticas.—L. DE A.

J. L. BRANDLE y M. I. CERQUEIRA: *Determinación de elementos menores en rocas silicatadas por fluorescencia de rayos X*. Estudios Geológicos, vol. XXVIII, pág. 445-451, diciembre 1972.

Se trata de la puesta a punto, en el departamento de Petrología y Geoquímica del C.S.I.C. de Madrid, de la técnica conocida en otros laboratorios de Geoquímica, consistente en la valoración de elementos mediante curvas de calibración, trazadas con comprimidos de muestras patrón, sin aditivo alguno, la cual es rápida, precisa y sensible.

Llega a la misma conclusión de otros autores, de que para concentraciones entre  $10^{-3}$  y  $10^{-6}$  la precisión es mejor para las concentraciones más elevadas.

Sin razonarlo, sostiene que no es necesario efectuar corrección alguna por efecto de matriz y no considera el efecto de estructura.—L. DE A.

## GLONUCLEONICA

L. CAHEN, J. DELHAL y S. DEUTSCH: *A comparison of the ages of granites of SW Uganda with those of the kibarans of central Shaba (Katanga), rep. zaire, with some new isotopic and petrogenetical data*. Musée Royal de L'Afrique Centrale; Annales, Serie IN-8.º Sciences Géologiques, núm. 73, págs. 45 a 67, Tervuren (Bérgica), 1972.

A la luz de todos los resultados ya publicados (la mayor parte han sido recalculados) y de algunos datos nuevos, establece esta nota una comparación entre los kibáridas del SW de Uganda y del Shaba (Katanga).

La edad de  $1.278 \pm 58$  m.a. obtenida en Uganda sobre granitos gneisicos y sobre gneises sintectónicos concuerda considerablemente con las edades de  $1.288 \pm 46$  m.a. y de  $1.297 \pm 159$  m.a. obtenidos respectivamente en Shaba por el mismo método Rb/Sr, sobre estas dos categorías de rocas kibarienses. Al contrario, la comparación de las relaciones  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  iniciales de diferentes isocronas muestran una mayor influencia del zócalo antiguo en la composición de rocas de Uganda. La naturaleza de esta influencia se discute brevemente.

Las edades de los granitos post-tectónicos están dadas en las dos regiones comparables ( $\pm 950$  m.a.).

La nota expone los argumentos geoquímicos en favor de una formación de estos granitos por transformación in situ de granitos y gneises sintectónicos.

Una fase granítica post-tectónica más antigua, se pone en evidencia en Uganda a 1.146 m.a., y podría en Shaba y en Kivu, corresponder a minerales de pegmatitas datados en 1.100 m.a.

No se conoce en Shaba en las rocas kibarianas, el efecto de la influencia de fases tardías de la orogenesis katan-guense, que se manifiesta muy frecuentemente en el SW de Uganda.—L. DE A.

JEAN COLOMER, HELENE CELIER, CLAUDE HUMBERT-DROZ: *Mesure de gaz radioactifs*. Rapport CEA-R4394, página 58, 1973.

Esta comunicación presenta diferentes aparatos puestos a punto para la medida de isótopos gaseosos: tritio,  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{14}\text{C}$ , y  $^{37}\text{Ar}$ . Los métodos de medida se basan en diversas técnicas de computación: contadores proporcionales de relleno interno, destellómetro (SPF, NaI) y destellómetros líquidos (utilizados para la medida del tritio que puede presentarse bajo forma de agua). Presentan los diferentes aparatos realizados para efectuar las medidas sobre cantidades límites de gas. Definen los parámetros de computación: son valorados para cada técnica, así como los factores determinantes de la precisión de la medida. En la gama de actividad se llega de  $10^{-6}$  a  $10^{-1}$   $\mu\text{C}/\text{cm}^3$  TPN, la precisión obtenida, al nivel de la probabilidad del 95 por 100, según el nivel de actividad medido, varía del 2 al 5 por 100.—L. DE A.

DANIEL RANÇON: *Contamination des sols (2.ª parte). Comportement des ions radioactifs dans le sols non saturés apres rejets d'eau sur une surface limitée*. Rapport CEA-R-3635 (2), pág. 49, 1972.

Esta comunicación es la continuación de otro informe anterior acerca del movimiento del agua en los suelos no saturados después de recarga sobre una superficie limitada (CEA-R-3635 (1)) en que se estudian los movimientos de los iones radiactivos en estos suelos, utilizando un anión y un catión característico: el yodo 131 y el estroncio 85.

El método se basa, sobre la medida simultánea de frentes de humedad y de actividad por medio de un humidímetro de neutrones y de una sonda de actividad especialmente concebida. Se pueden así medir: las velocidades relativas de los frentes de humedad y de actividad; el volumen del suelo contaminado en el interior del espacio del suelo mojado; los gradientes de concentración; la evolución de la contaminación bajo el efecto de los pasos de agua; la influencia de la composición química del agua sobre las migraciones de los iones y la influencia de la humedad del suelo sobre el número de cuentas de la radiactividad.

Estos métodos que han sido puestos a punto con el yodo 131 y el estroncio 85, pueden ser utilizados con otros radioelementos y aplicados a estudios de seguridad radiológica de los sitios: controles de las instalaciones de almacenamiento, evaluación de los peligros de las consecuencias de los accidentes y protección de las capas acuíferas.—L. DE A.

VALERIE E. VERNON-CHAMBERLAIN y N. J. SNELLING: *Age and isotope studies on the arena granites or SW. Uganda*. Musée Royal de L'Afrique Centrale; Annales, Serie

IN-8.º Sciences Géologiques, núm. 73, págs. 1 a 44, Tervuren (Bérgica), 1972.

Los gneises y los granitos del SW de Uganda pertenecientes a la parte septentrional de las Kibáridas, con el nombre de cadena Kibariense, burundiense y Karagwe-Ankolean, atraviesan del S.SW al N.NE la parte oriental del Zaire, el Burundi, el Rwanda, el W de Tanzania y el SW de Uganda. Esta cadena constituye una porción considerable de la geología de la parte oriental del Africa Central. El plegamiento principal de los terrenos constitutivos de esta cadena se han datado, en un valor alrededor de 1.300 millones de años.

En la región considerada, la fase principal de la orogénesis está datada en  $1.278 \pm 58$  m.a. ( $R_i = 0,7141 \pm 0,0044$ ), por medio de una isocroma general, agrupando 16 muestras de granitos gneisificados y de gneises sintectónicos, procedentes de diferentes "arenas", macizos, o domos deprimidos, rodeados por metasedimentos en relieve, característicos del SW de Uganda y de las regiones vecinas.

Si se considera la separación de cada "arena" los resultados geocronológicos han puesto en evidencia tres categorías de rocas dentro de los granitos gneisicos: 1.º las rocas anteriores al ciclo en cuestión, en que todas o al menos en parte, conservan su edad estimada en unos 1.900 millones de años (Arena de Masha); 2.º gneises de edad kibariense donde las isocronas tienen relaciones  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  iniciales elevadas (0,717-0,719) dejando suponer que se trata en gran parte de rocas pre-Karagwe-Ankole en las cuales el estroncio radiogénico fue redistribuido bajo los efectos de la orogénesis Kibariana (Arenas de Kamwezi y de Ntungamo), y 3.º gneises donde se puede pensar que son formados a expensas de sedimentos del ciclo kibariense mismo.

Un acontecimiento post-tectónico se pone en evidencia en la "Arena de Chitwe" por los granitos de  $1.146 \pm 40$  m.a. ( $R_i = 0,719$ ), mientras que de una manera general los granitos post-tectónicos son de edades vecinas a los 950 m.a. Esta es también la edad de la "apofisis de Kyabakonjo".

La influencia de la orogénesis Katangiense se traduce por edades aparentes Rb/Sr y K/Ar de 700 a 500 m.a. obtenidas sobre diferentes minerales de las gneises y de las pegmatitas.

Los diferentes tipos de rocas de esta parte septentrional de la cadena, son comparables por su naturaleza y por su edad, a los de la parte meridional situada en Shaba, a excepción del granito de 1.146 m.a., todavía desconocido en esta última región.—L. DE A.

## ANALISIS MINERAL

ROSA ZLATANOVA: *Analyse non destructive d'elements traces: etude d'un nodule de manganese*. Rapport CEA-R-4413, pág. 29, 1973.



Después de la activación neutrónica y espectrometría fina  $\gamma$ , en nódulos polimetálicos de manganeso, se ha determinado el contenido de 24 elementos, de los cuales 10 son tierras raras. Por comparación con diferentes rocas de tipo basáltico, el nódulo estudiado presenta un enriquecimiento muy claro de tierras raras ligeras. Confirma que el proceso de precipitación al cual debe el nódulo su origen, favorece selectivamente la de algunos elementos químicos, entre ellos el cerio.—L. DE A.

ALAIN HERES, Collaborateur technique JEAN - CLAUDE SPUIG: *Dosage de l'etain du Molybdene, du niobium, du tantale, du titane, du tungstene, du vanadium, et du zirconium dans l'uranium. Separation de l'uranium*

*par le cupferron et dosage par spectrographie d'emission dans une matrice de fer. Rapport CEA-R-4433, pág. 14, 1972.*

El estaño, el molibdeno, el niobio, el tantalio, el titanio, el volframio, el vanadio y el circonio presentes al nivel de algunas millonésimas en los compuestos uraníferos se separan del uranio por el cupferrón después de la adición de hierro que sirve de matriz soporte para el análisis espectrográfico y del galio utilizado como patrón interno.

Con una muestra de uranio de 2 g y una adición de 10 mg de hierro, los límites de valoración son del orden de 0,5 millonésimas con relación al uranio. La dispersión tipo relativa es del orden de 5 a 10 por 100.—L. DE A.

## PREMIO DE PERIODISMO

# “SANTA BARBARA”

### CONVOCATORIA PARA 1973

EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA convoca el premio «SANTA BARBARA» para 1973, con el objeto de galardonar a los escritores y periodistas que mejor hayan divulgado y valorado en la prensa, radio y televisión, de lengua española, la importancia de «LA INVESTIGACION DEL SUBSUELO EN LA ECONOMIA ESPAÑOLA».

El premio estará dotado con **100.000** pesetas.

Para optar al premio se precisa que el trabajo se haya publicado, radiado o televisado, durante el año en curso.

Quedan excluidas entre las revistas, aquellas que sean técnicas y entre los autores quienes pertenezcan al IGME.

Los aspirantes al premio deberán presentar por triplicado el correspondiente artículo, impreso, en cinta grabada o en película cinematográfica, en el Instituto Geológico y Minero de España, antes del 31 de enero de 1974.

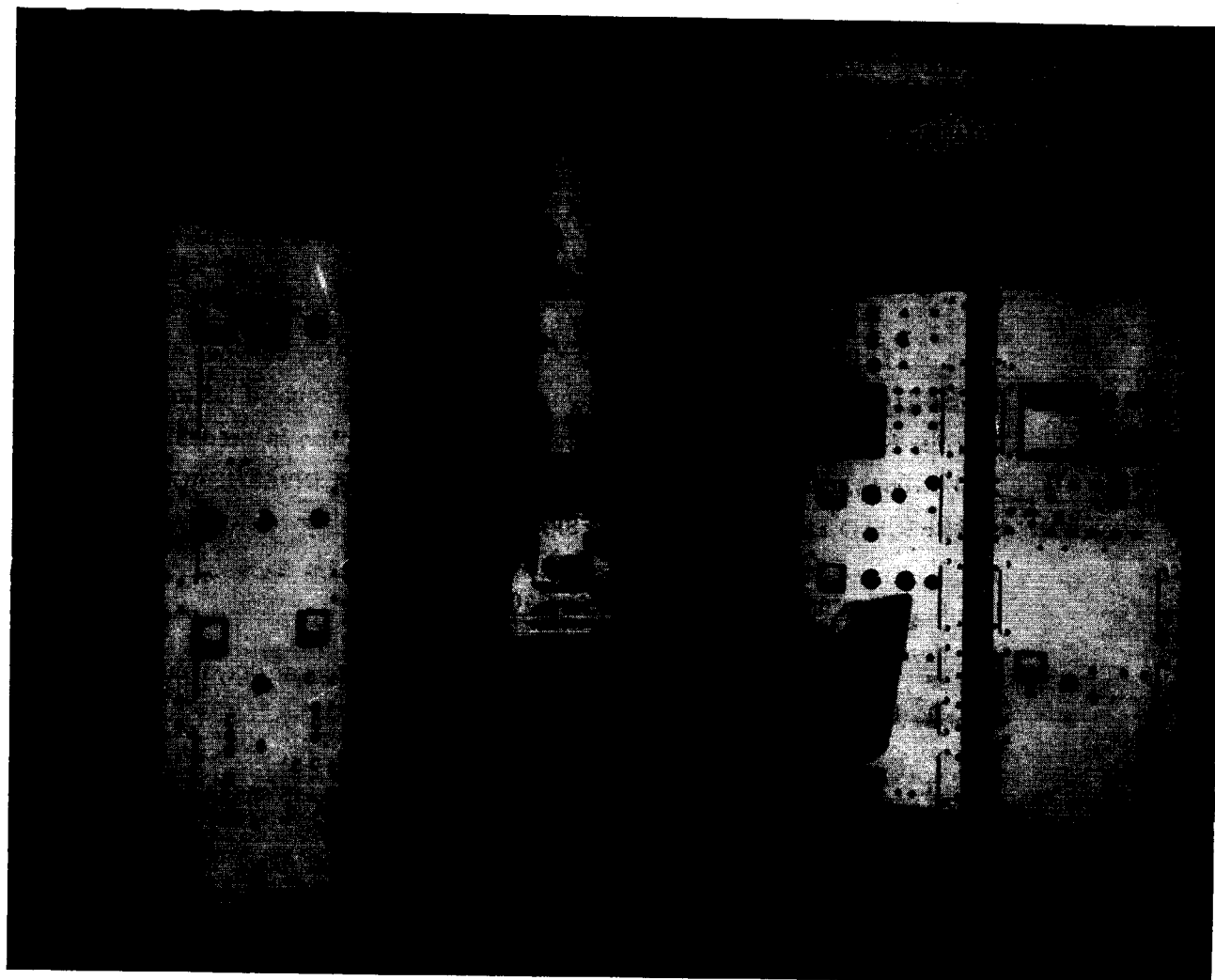
La decisión del Jurado es inapelable, pudiendo declarar desierto el premio, y sus decisiones se dan por aceptadas por cuantos se presenten al concurso.

El fallo tendrá lugar en los primeros meses del año 1974.

Ríos Rosas, 23

MADRID - 3

# LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ★ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micras.
- ★ Especialmente indicada en la resolución de problemas de Mineralogía y Petrología, así como en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc.

---

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid - 3

## LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

---

---

### DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS IGME

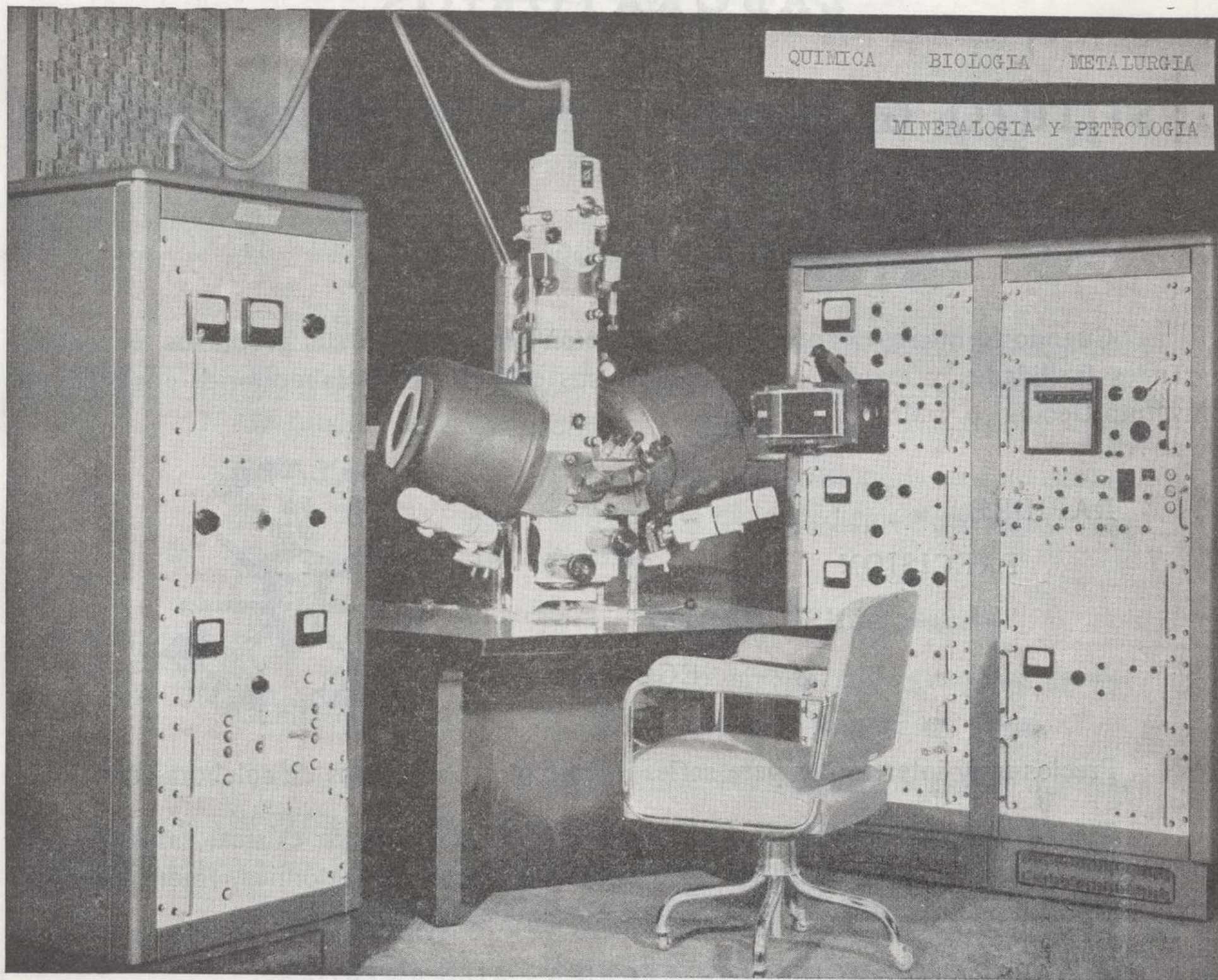
RIOS ROSAS, 23

TELEF. 254 22 00

MADRID - 3



# LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ❖ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micrones.
- ❖ Especialmente indicada en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc., así como en Mineralogía y Petrología.

---

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3



# NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

## *Texto.*

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo y en él será marcado la fecha de recepción y prioridad.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.

Todos los trabajos en lengua castellana irán precedidos de un breve resumen en español e inglés o francés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

En todo momento los autores conservarán una copia del texto original.

## *Bibliografía.*

Se incluirá al final de cada trabajo la relación de las obras consultadas por orden alfabético de autores, empleándose las normas y abreviaturas usuales.

En casos excepcionales se podrá citar alguna obra no consultada.

## *Parte gráfica.*

Los originales de figuras, cuadros y fotografías se entregarán aislados, indicándose en ellos el título del trabajo, nombre del autor y número de

la ilustración. La parte gráfica vendrá preparada para ser reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna) y 170 mm. (doble columna). Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. En las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica, con objeto de evitar errores en caso de reducir el original. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

## *Pruebas.*

Serán enviadas a los autores para que realicen las correcciones de erratas de imprenta producidas en la composición, no admitiéndose modificaciones ni adiciones al texto original.

Las pruebas serán devueltas por el autor en el plazo máximo de quince días, pasados los cuales la Redacción decidirá entre retrasar el trabajo o realizar ella misma la corrección, declinando la responsabilidad por los errores que pudieran persistir.

Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

## *Tiradas aparte.*

Se asignan 25 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá abonar la diferencia.

La Redacción del BOLETÍN introducirá cuantas modificaciones sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad del mismo. De estas modificaciones se informará al autor.