

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

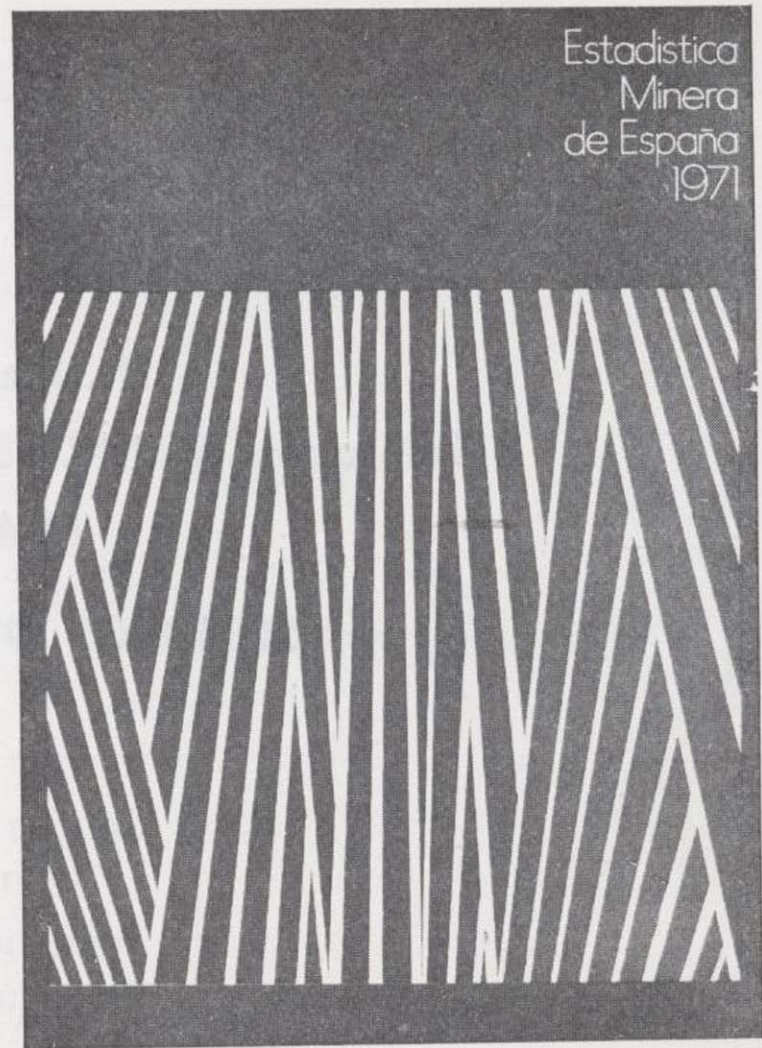
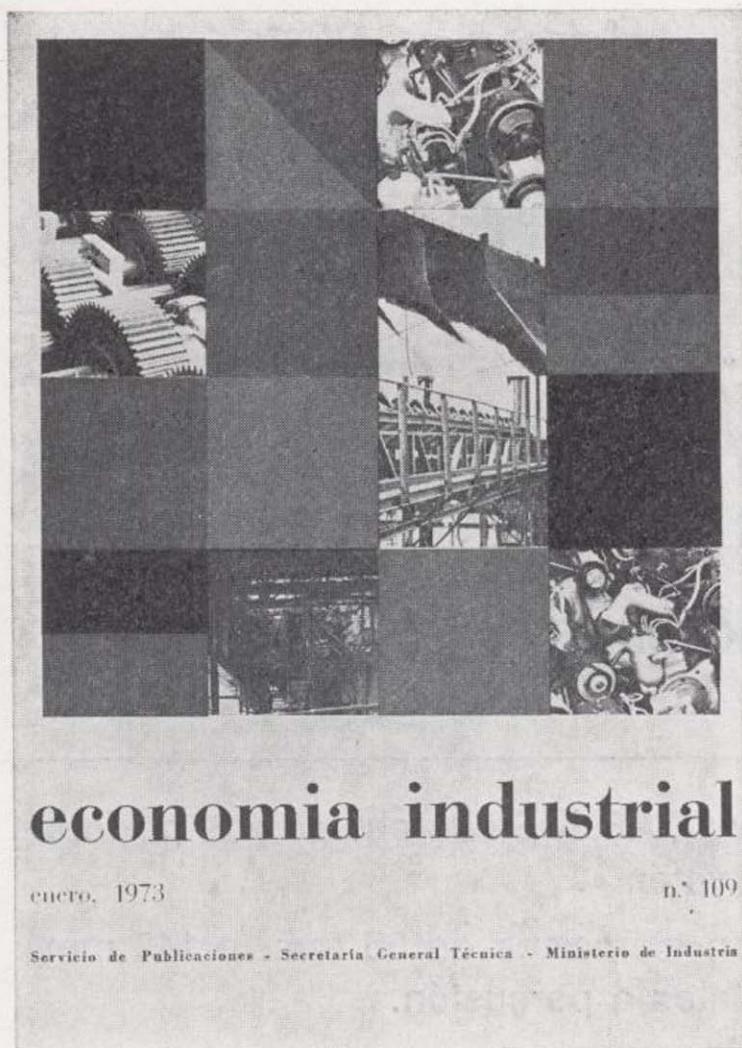
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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.

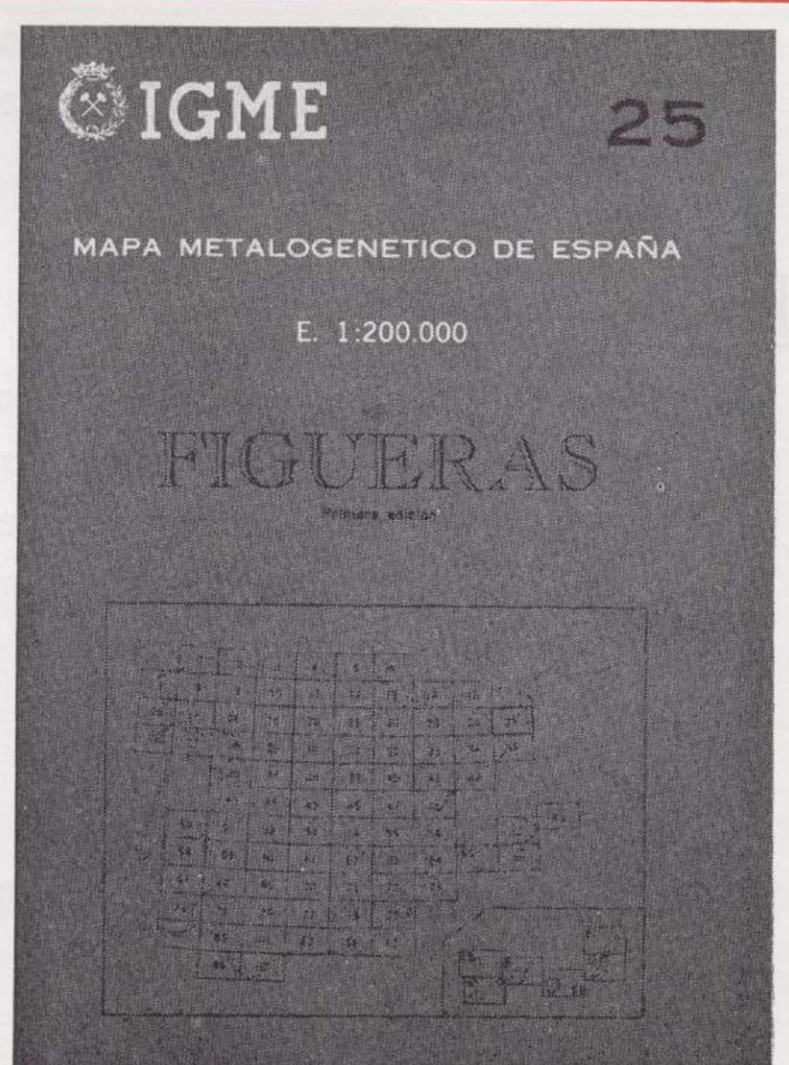
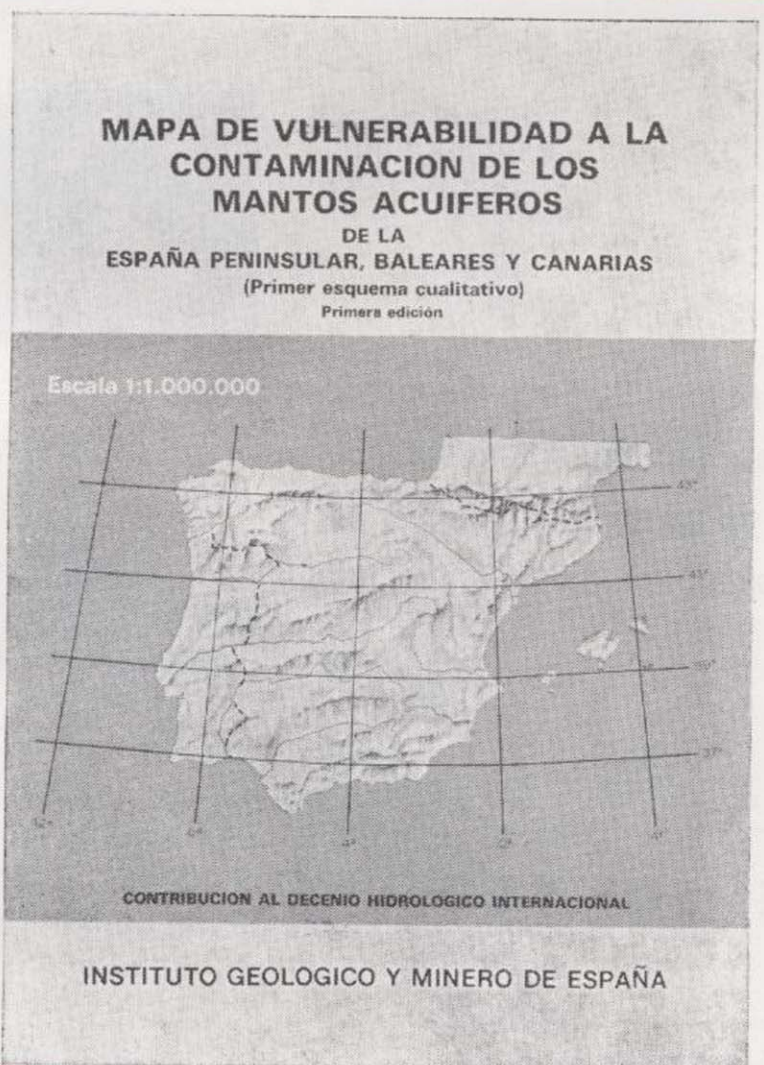
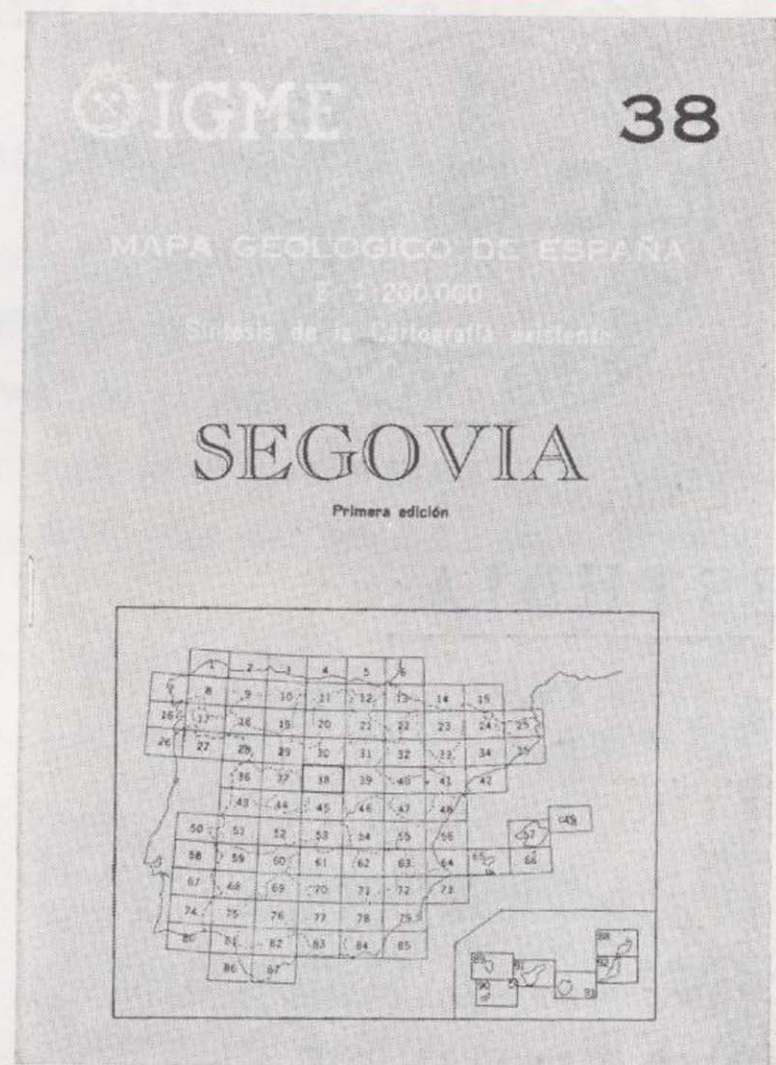
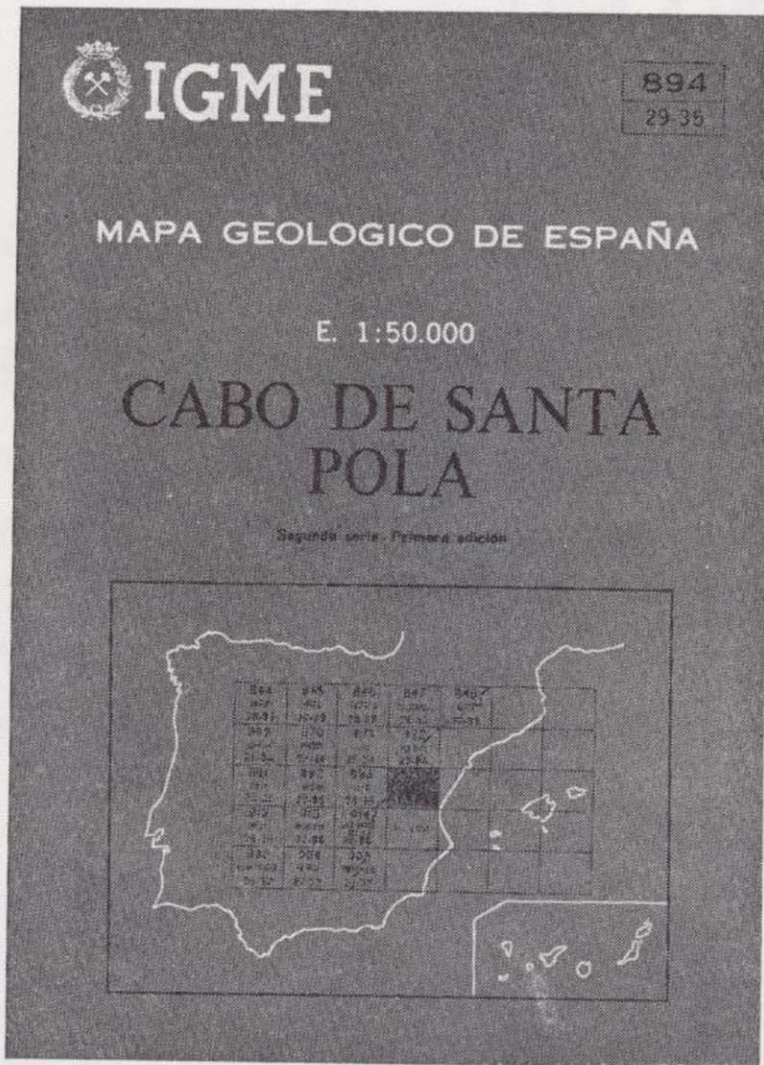
Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.

NUEVAS PUBLICACIONES

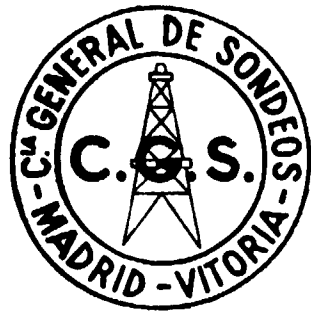


SERVICIO DE PUBLICACIONES - MINISTERIO DE INDUSTRIA
Claudio Coello, 44 - Telef. 276 20 01 - 276 22 01 - MADRID-1

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





Ibergesa

Ibérica de Especialidades Geotécnicas, S.A.

ESTUDIOS DE:

Geología

Hidrogeología

Geofísica

Geotecnia

Minería

Análisis de materiales



Ibergesa

Ibérica de Especialidades Geotécnicas, S.A.

ESTUDIOS DE:

Geología

Hidrogeología

Geofísica

Geotecnia

Minería

Análisis de materiales



CHRISTENSEN DIAMOND PRODUCTS S. A.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA MINERA

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

DIRECCION COMERCIAL:

ALBERTO ALCOCER, 5, 3.º-C

Telg. "CHRISTENSA"

MADRID-16. Tel. 250 34 04

LEGISLACION INDUSTRIAL
III TOMO

2^a
edición

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

APARATURA ANTIDEFLAGRANTE PARA AMBIENTES EXPLOSIVOS

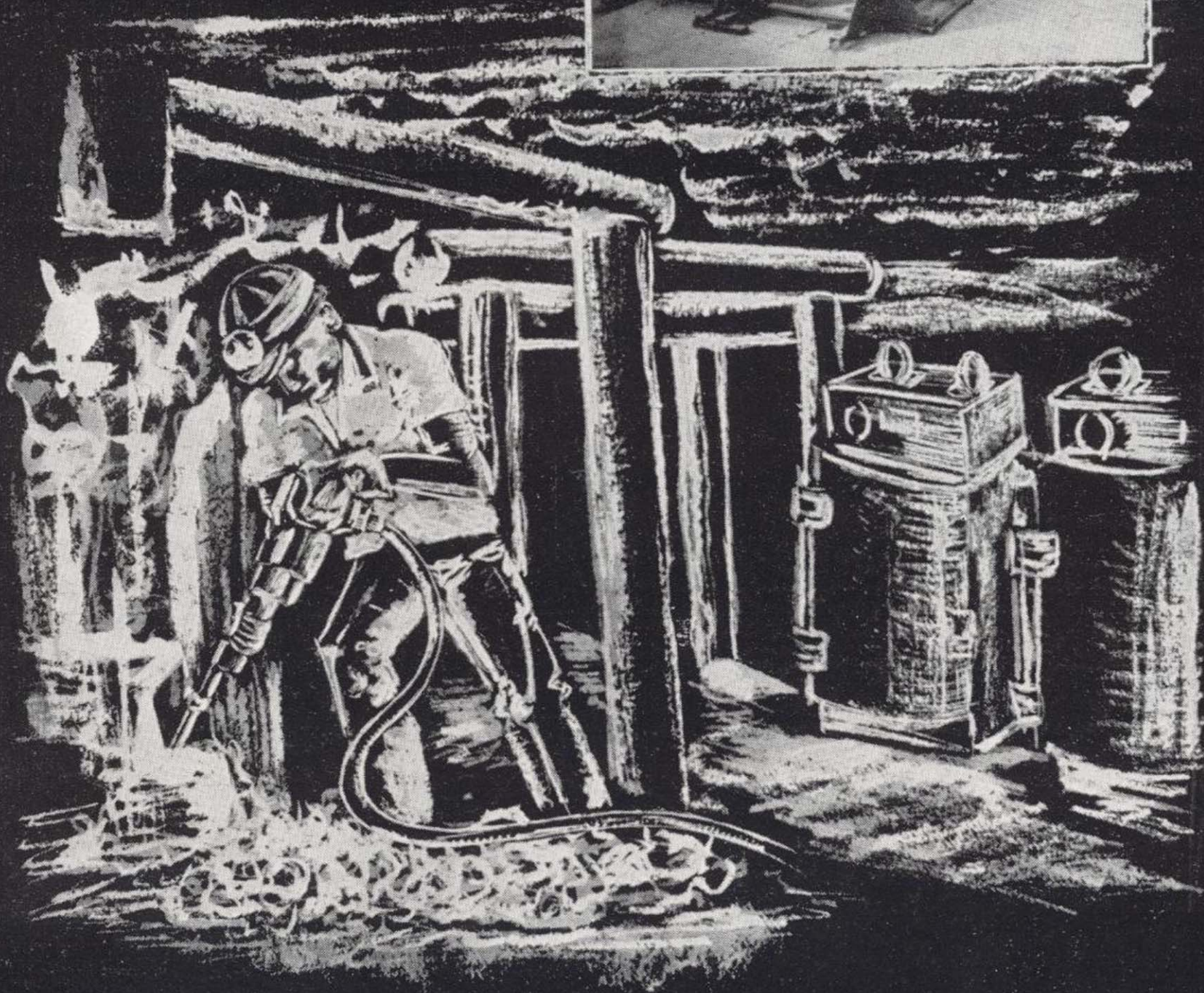
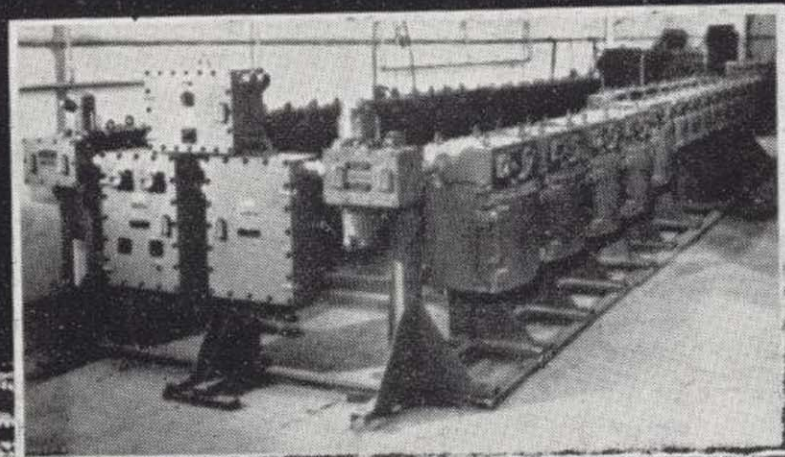


APARATOS DIVERSOS DE SEGURIDAD
SEÑALIZACION
ALUMBRADO
DISTRIBUCION Y MANDO
MATERIAL DE CONEXION
CELDA MEDIA TENSION
CONTACTORES
TRANSFORMADORES
CORTACIRCUITOS



ISODEL SPRECHER, S. A.
Madrid - Méndez 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

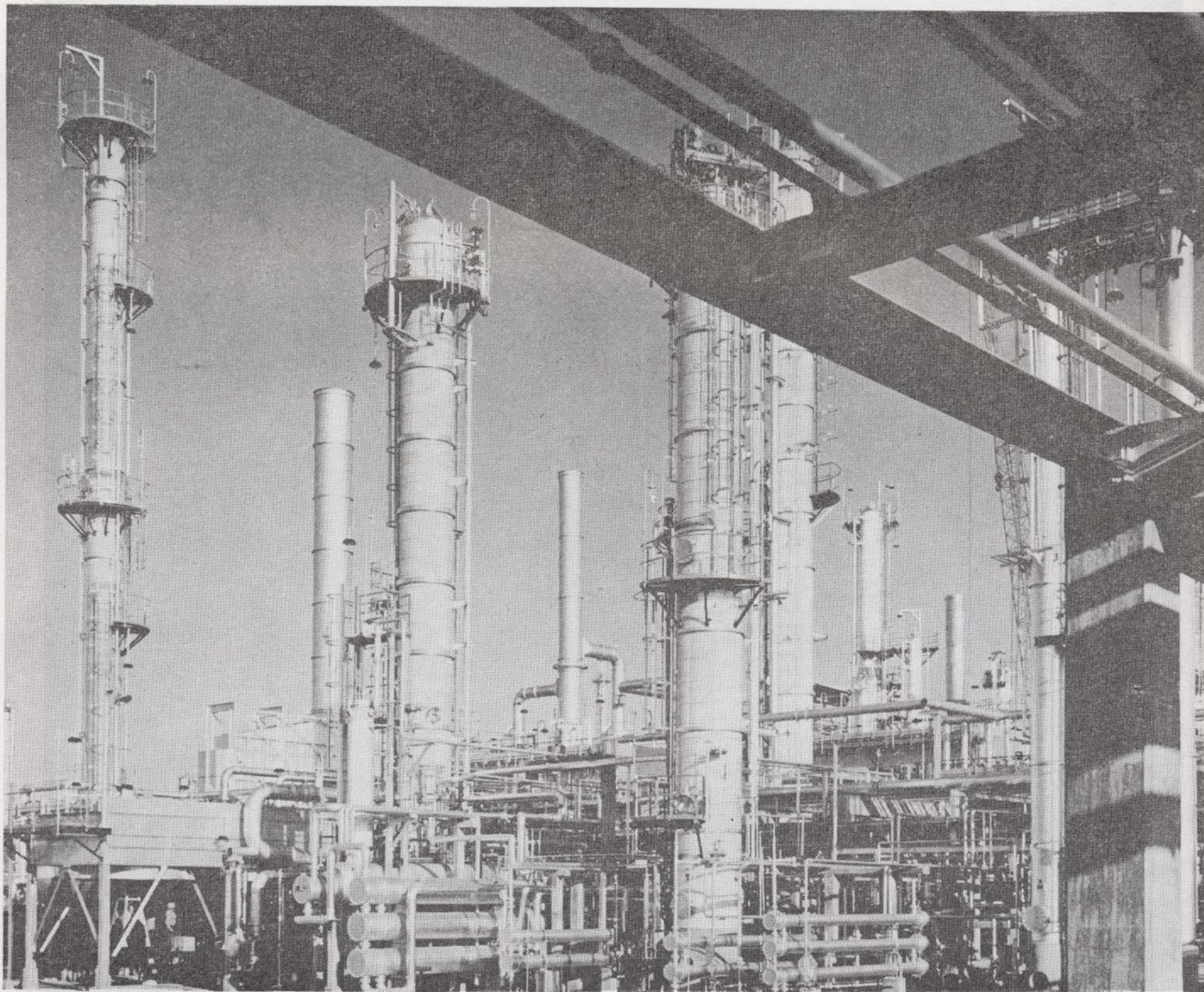


ISODEL SPRECHER, S. A.
Madrid - Méndez Alvaro, 62 Apartado 7.087

E.R.T. presente en los grandes sectores industriales

El grupo de empresas ERT, contribuye al desarrollo español con su participación activa en los siguientes sectores industriales: Productos Químicos, Petróleo y Petroquímica, Plásticos, Fertilizantes, Explosivos, Minería, Metalurgia no férrea y Promociones Inmobiliarias.

Su capacidad investigadora, sus proyectos actuales, sus recursos humanos, técnicos y financieros, mantienen en constante crecimiento sus activos, su solidez y rentabilidad.

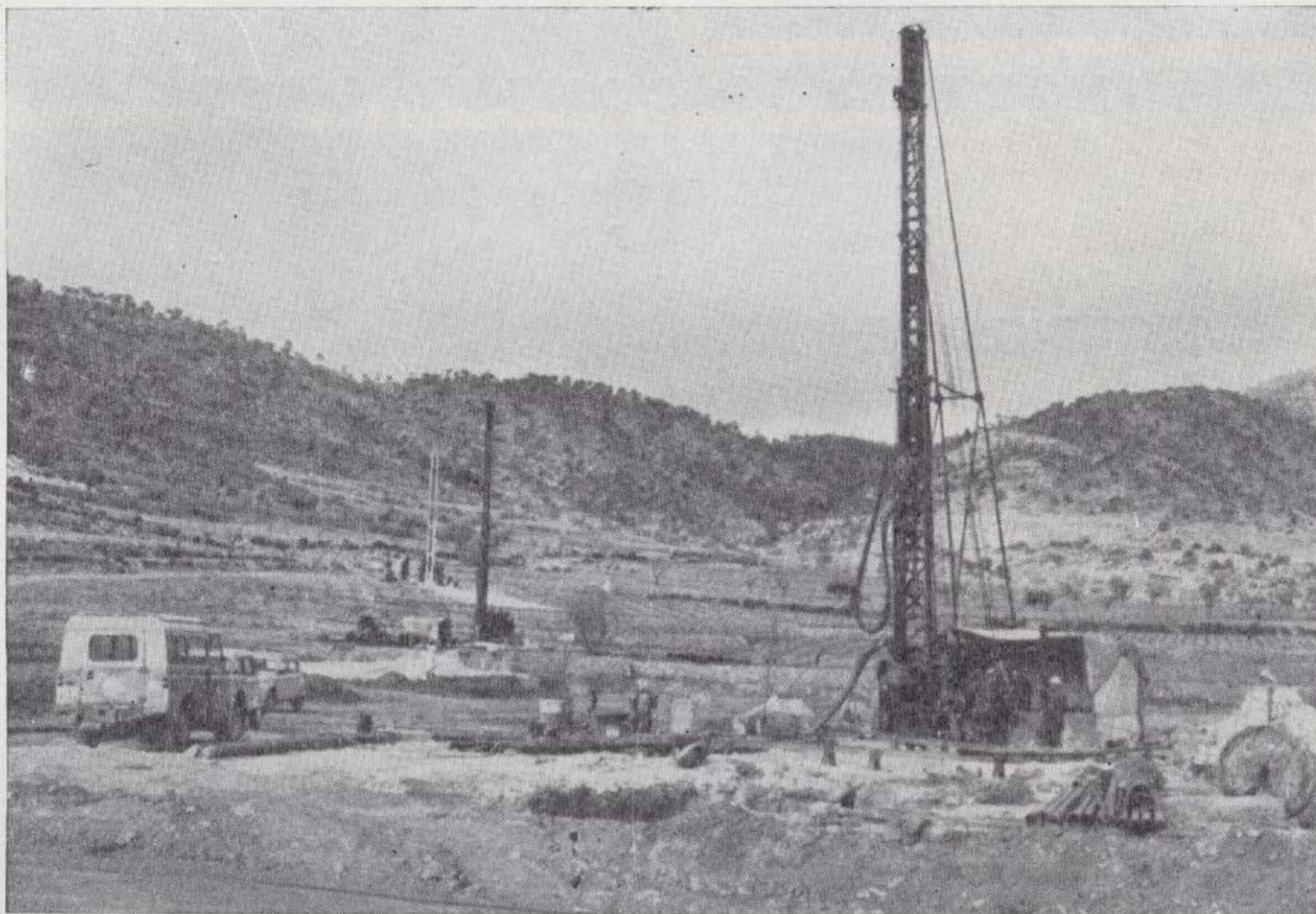


Refinería de Petróleo de La Rábida (Huelva)



UNION
EXPLOSIVOS RIO TINTO, S.A.
Primera empresa 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

economía industrial

Revista mensual, editada por el Servicio
de Publicaciones de la Secretaría General
Técnica del Ministerio de Industria

- *llega a todos los industriales españoles*
- *interesa a todos los industriales españoles*

Si tiene algo que decir a los industriales
españoles, dígalo a través de las páginas de

economía industrial

Servicio de Publicaciones: Claudio Coello, 44 - Madrid (1)
Teléfs. 2 76 20 01 - 2 76 22 01

**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.

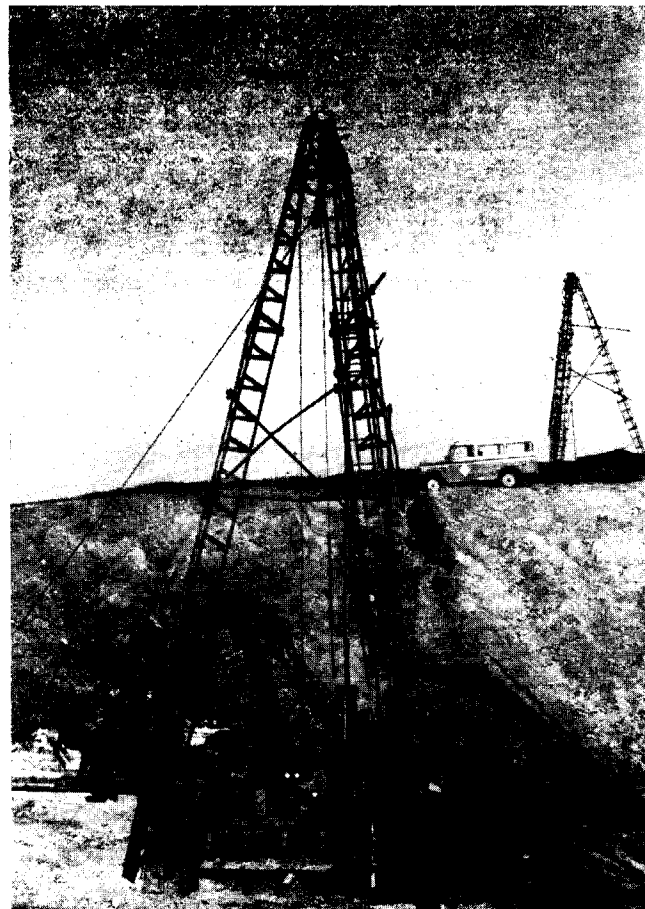
Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

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.

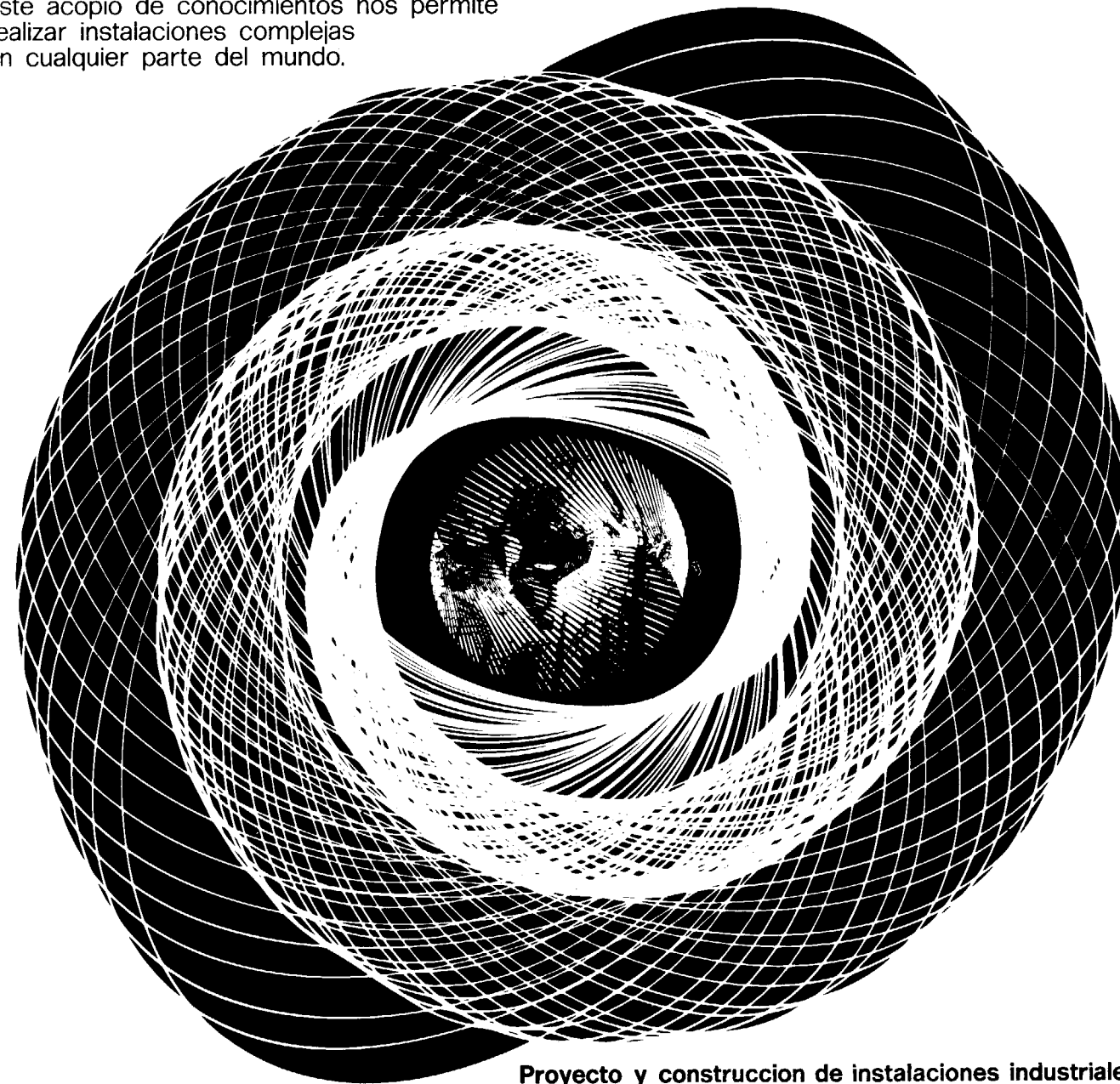
TERRATEST, S. A. Avda. José Antonio, 70 - Teléfono 248 68 00 - Madrid - 13

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.



Proyecto y construcción de instalaciones industriales

McKEE-CTIP INGENIEROS SA

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

Asociada de

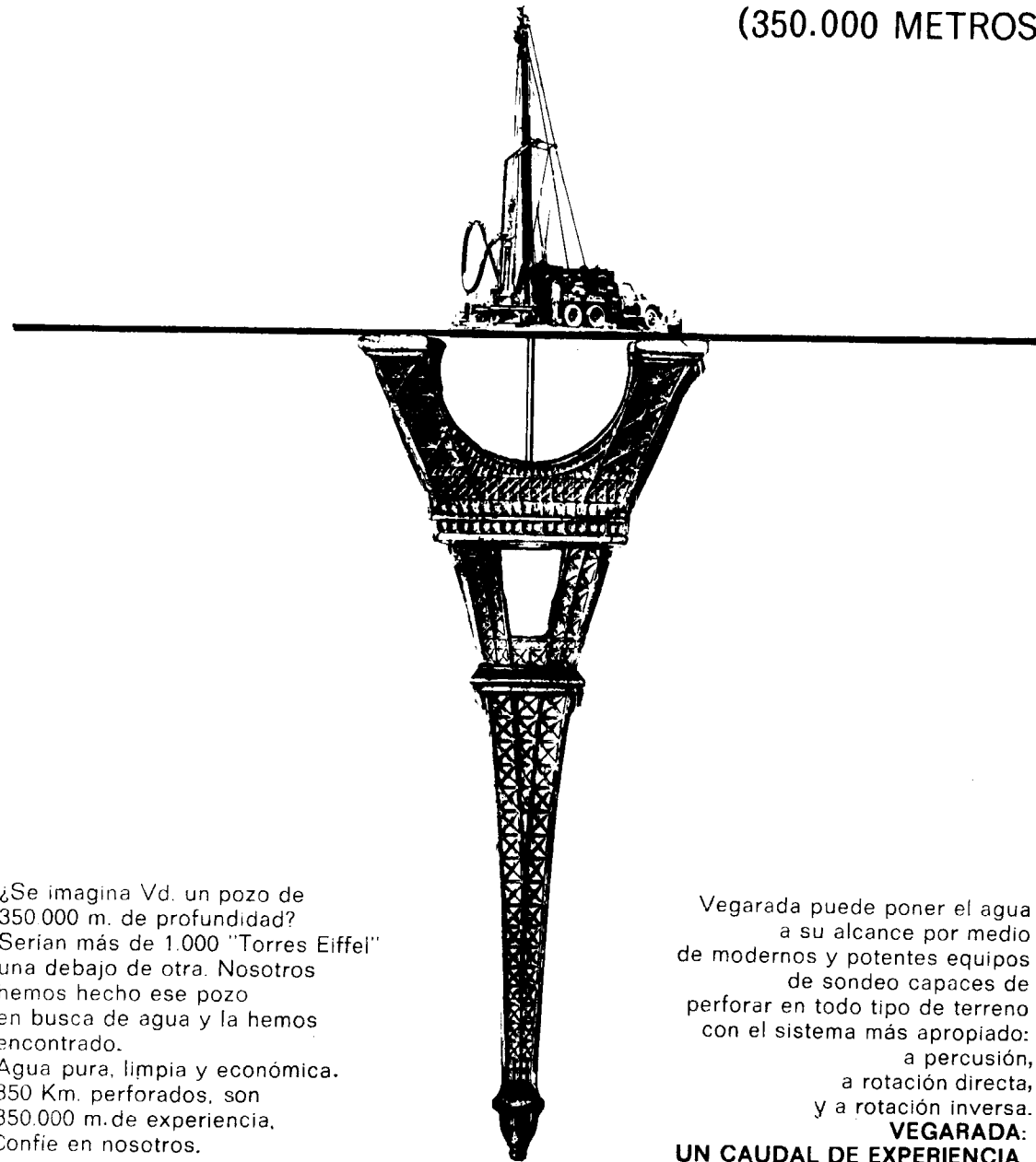
Arthur G. McKee & Company, Cleveland, Ohio, Usa

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 84

Fascículo V

Septiembre-Octubre 1973

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO



Geología

A. GARRIDO-MEGÍAS: Sobre la posibilidad de un efecto combinado de compresión-distensión como causa del origen del Manto del Montsec (vertiente meridional pirenaica) 1

V. PASTOR GÓMEZ y V. CRESPO LARA: Discordancia erosiva de Mina Peñoncillo en el Bético de Málaga, Marbella ... 10

M. GUTIÉRREZ CLAVEROL: El Cretácico de la depresión meso-terciaria central de Asturias 12

Minería

V. PASTOR GÓMEZ y A. SERENO GIL: Perspectiva actual de las mineralizaciones de níquel en las rocas ultrabásicas de Málaga 22

IGME, DIVISIÓN DE MINERÍA: Mercado de la barita 27

Aguas subterráneas

J. PORRAS MARTÍN: Estudio hidrogeológico de la Cuenca del Duero 34

Estudios de Minerales y Rocas

E. GALÁN-HUERTOS y M. RODAS: Contribución al estudio mineralógico de los depósitos de Talco de Puebla de Lillo (León, España) 45

Información

La investigación de minerales de hierro dentro del II y III PDES.—Noticias.—Mercado de Minerales y Metales.—Información Legislativa.—Notas bibliográficas 64

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 234 12 28

ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-1

Teléfono 276 20 01

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA

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

Los derechos de propiedad de los trabajos
publicados en esta obra fueron cedidos por
los autores al Instituto Geológico y Minero de
España.
Queda hecho el depósito que marca la Ley.

EXPLICACION DE LA PORTADA

Basalto columnar. Carretera de Fasnia a Güimar, en el Barranco
del Acebuche (Tenerife)

Foto: J. Rubio Navas

Depósito legal: M. 3.279.-1958

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

Sobre la posibilidad de un efecto combinado de compresión-distensión como causa del origen del Manto del Montsec (vertiente meridional pirenaica)

Por A. GARRIDO-MEGIAS (*)

RESUMEN

De entre las diversas hipótesis presentadas sobre la génesis del manto del Montsec, destaca de manera particular aquella en la que el origen del manto sería debido al efecto combinado de un dispositivo en relevo de compresión-distensión.

Por otro lado se precisan las relaciones existentes entre la unidad de Tremp y la unidad de Pedraforca, en cuanto a la edad de su colocación.

RÉSUMÉ

Parmi les diverses hypothèses présentées sur la genèse de la nappe du Montsec, se détache particulièrement, celle d'une nappe dont l'origine est due à l'effet combinée d'un dispositif en relief de compression-distension.

D'autre part sont précisées les relations existant entre l'unité de Tremp et l'unité de Pedraforca, par rapport à l'âge de leur mise en place.

I. INTRODUCCIÓN

El "manto del Montsec" fue definido (5) como una unidad alóctona de origen septentrional, despegada a nivel del Trías, constituida por materiales del Mesozoico-Eoceno inferior y cuya colocación tuvo lugar durante el Cuisiense (fig. 1).

Las investigaciones que hemos llevado a cabo recientemente muestran que, si bien en un principio (5) consideramos al manto del Montsec como una sola unidad, posiblemente podría ser subdividido en dos unidades: la *unidad de Tremp* y la *unidad de Pedraforca*. Ambas unidades vendrían separadas aproximadamente por la actual falla de desgarre del Segre. Al Oeste de dicho accidente tendríamos la unidad de Tremp, delimitada al Norte por el macizo del Cotiella y afloramientos del borde Norte de la llamada cuenca de Tremp y al Sur por la Sierra del Montsec (y afloramiento de Tolva y

Benabarre) que constituiría la zona frontal de dicha unidad. La unidad de Pedraforca quedaría situada al Este de la falla del Segre, viniendo fosilizada en su zona frontal por las conocidas brechas marinas de Queralt.

La razón en que nos basamos para subdividir el manto del Montsec en dos unidades se funda en la edad ligeramente distinta, de los materiales que fosilizan ambos extremos, occidental y oriental, de dicho manto, así como de sus yacientes respectivos. En efecto, la colocación de la *unidad de Tremp* en su extremo occidental está perfectamente conocida (20) y datada como intra-Cuisiense inferior, ya que los últimos niveles de la serie alóctona corresponden al Ilerdiense superior-Cuisiense basal y la serie fosilizante se inicia con el Cuisiense inferior. Igualmente se llega a la misma conclusión en la Sierra del Montsec (o zona frontal de la unidad de Tremp), donde los niveles marinos inmediatamente anteriores a la llegada del manto, en el valle de Ager, son atribuidos al Cuisiense basal (zona de *Alveolina oblonga*) y los materiales fosi-

(*) Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, S. A., Zaragoza.

lizantes, de facies continental, están datados en su zona basal como cuienses (1). Respecto a la colocación de la *unidad de Pedraforca*, puede estimarse como intra-Cuiense superior, ya que en la serie autóctona, al Sur de la Poble de Lillet, los niveles inmediatamente inferiores al contacto anormal, base del manto, contienen la siguiente asociación

Queralt, son igualmente atribuibles al Guisiense superior por las formas:

Nummulites campesinus SCHAUB
Assilina nov. sp. (*Peyrach*) SCHAUB

llegamos a la conclusión evidente de que la colo-

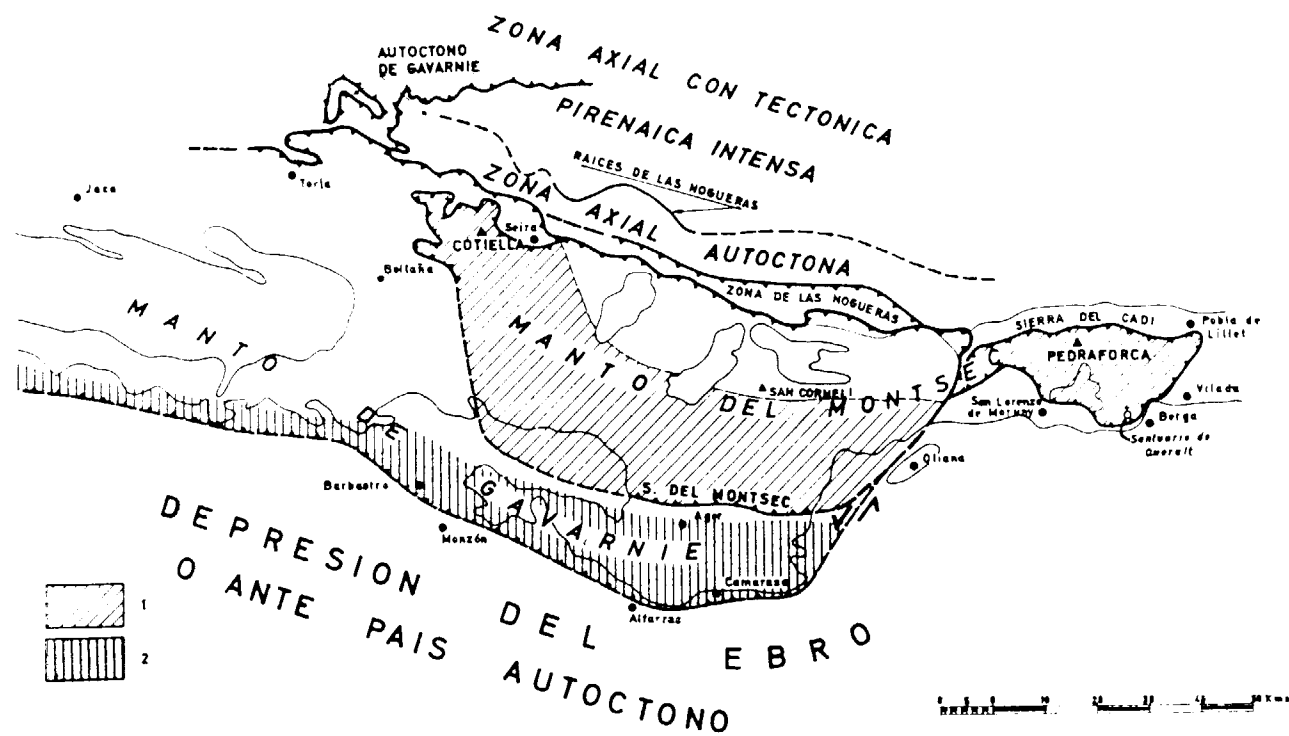


Figura 1

Las grandes unidades estructurales de las vertientes Sur de los Pirineos Centrales.
1: recubrimiento anormal del manto de Montsec sobre el Eoceno inferior.
2: recubrimiento anormal del manto de Gavarnie sobre la depresión del Ebro.

del Cuiense superior (determinación E. Clavell):

Assilina major HEIM
Nummulites campesinus SCHAUB
Nummulites gr. *laevigatus*

Por otro lado, la zona frontal de la unidad de Pedraforca fosilizada por las brechas de Queralt (5), datadas en un principio como del Cuiense inferior son en realidad del Cuiense superior por la presencia, en su zona media, de (determinación E. Clavell):

Assilina nov. sp. (*Peyrach*) SCHAUB

Si a ello añadimos que los niveles superiores del frente de la unidad alóctona (500 m al Oeste del Santuario de Queralt), situados bajo la brecha de

la unidad de Pedraforca es de edad intra-Cuiense superior.

Finalmente y como resumen, podemos decir que si bien la colocación del manto del Montsec (unidad de Tremp+unidad de Pedraforca) ha tenido lugar durante el Cuiense, podemos ahora matizar con más precisión, diciendo que entre la colocación de ambas unidades ha habido un ligero desfase: la unidad de Tremp intra-Cuiense inferior y la de Pedraforca intra-Cuiense superior.

Recientemente (19) se ha negado que las brechas de Queralt fosilicen el frente del manto de Pedraforca, considerando en su lugar que el frente del manto vendría: "fosilizado por las margas de San Lorenzo de Morunys 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 pirenaica".

Por nuestra parte (5) y teniendo en cuenta las nuevas precisiones que hemos expuesto al principio, respecto a la edad de la colocación de la unidad de Pedraforca, seguimos manteniendo que las brechas de Queralt fosilizan la zona frontal del manto ya que, por un lado no existe incompatibilidad en cuanto a la edad de los depósitos inmediatamente anteriores a la llegada del manto (Cuiense superior) e inmediatamente posteriores (brecha de Queralt: Cuiense superior), y por otro lado la disposición geométrica en abanico (discordancia progresiva) de las brechas de Queralt, corresponden a un típico dispositivo que traduce una deposición sin-sedimentaria con un empuje dirigido hacia el Sur, lo cual encaja perfectamente con la llegada de un manto de procedencia septentrional y consiguiente sobre imposición de un relieve o talud (frente del manto) que suministraría los materiales de la brecha.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una vez conocidas las relaciones existentes entre las unidades de Tremp y Pedraforca respecto a la edad de su colocación, y para facilitar el razonamiento respecto a las posibles causas que originaron su movilización y posterior colocación, objetivo de la presente nota, vamos a considerar a ambas unidades englobadas dentro de una sola unidad que denominamos "manto del Montsec", lo cual será válido si hacemos la *abstracción mental* de que su colocación ha tenido lugar durante el Cuiense.

El primer problema con que nos encontramos al pensar en la génesis del manto del Montsec, es en la necesaria existencia de un notable desnivel que permitiera que tan enorme masa (150 km de larga por un máximo de 40 km de anchura y 5.000 a 2.000 m de espesor) despegada a nivel del Trías medio-superior, se trasladara hacia el Sur un mínimo de 20 a 25 km.

Dos hipótesis serán propuestas, la primera invoca a la distensión como causa fundamental, mientras que en la segunda se propone un mecanismo combinado de distensión-compresión como causa del origen del manto del Montsec.

A.—*Primera hipótesis: distensión.*

Esta hipótesis está basada en varias consideraciones que podemos resumir de la siguiente manera:

a) Una serie de recientes publicaciones (8, 9, 17, 22) hacen hincapié sobre la importancia que la distensión, entre otros factores, puede tener en la génesis de los surcos de flysch pirenaicos.

b) Desde el Cretácico inferior las áreas de sedimentación vienen regidas por una organización confusa e inestable que impera hasta el Coniaciense. A partir del Santoniense (más concretamente del Santoniense 2), ella pasa a ser relativamente simple, ordenada y significativa (8), según la cual el dominio pirenaico es compartimentado en digitaciones (umbrales) paralelos al eje pirenaico que separan surcos progresivamente más profundos y anchos hacia el Oeste (o Golfo de Vizcaya) y que han sido rellenados por una importante sedimentación tipo flysch. El origen y formación de este dispositivo según surcos de dirección pirenaica y polaridad atlántica, se explica bastante bien (17) por una rotación levógira de la placa ibérica respecto a la europea (fig. 2).

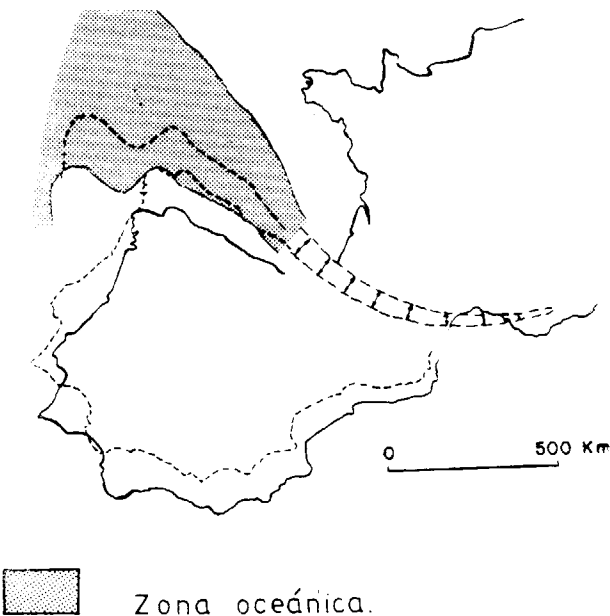


Figura 2

Aspecto de la placa ibérica debido a la distensión cretácica (según MATTAUER y SEGURET, 1971)

c) El surco de flysch Cuiense-Luteciense de la cuenca de Jaca con sus cuatro a 5.000 m de potencia (21), presenta una notable disimetría. En efecto, mientras hacia el Sur el flysch pasa, al menos en parte, a las margas de la Canal de Verdún y después a las "calizas de Alveolinas" de las Sierras marginales, por el contrario, hacia el Norte el flysch viene a chocar discordante y transgresivo sobre una paleopendiente, a veces jalónada por bre-

chas constituidas por enormes bloques paleocenos y cretácicos.

d) En la región de Ainsa durante el Cuisiense-Luteciense la serie flysch puede alcanzar los 2.500 a 3.000 metros de potencia. La parte basal de estos sedimentos viene cabalgada por el manto del Cotiella (o extremo occidental de la unidad de Tremp), mientras que el resto viene discordante sobre el manto fosilizándolo (20).

e) El flysch de Ainsa (equivalente del flysch de Jaca), que fosiliza el borde occidental de la unidad de Tremp, pasa hacia el Este (6), en el meridiano de Foradada de Toscar, a una serie detrítica de plataforma de potencia mucho más reducida, que se deposita sobre la unidad alóctona. A medida que nos alejamos hacia el Este, es decir, que nos adentramos sobre el propio manto, la facies de estos materiales postmanto aumenta progresivamente su carácter detrítico y continental. Estos sedimentos, que en la zona de Tremp presentan un carácter claramente terrígeno, son los mismos que fosilizan el flanco sur de la Sierra del Montsec o zona frontal de la unidad de Tremp. La edad de estos depósitos continentales (1) es Cuisiense inferior (alto a superior)-Luteciense.

Si analizamos detenidamente las consideraciones que acabamos de exponer, parece evidente que existe una estrecha relación entre la llegada del manto y la formación del surco de flysch. En consecuencia se puede proponer como causa de la formación y colocación del manto del Montsec (al menos por lo que respecta a la unidad de Tremp) la hipótesis siguiente:

1) Una rotación levógiro de la placa ibérica (fase intra-cuisiense inferior) sería responsable de la iniciación de un surco de dirección pirenaica sobre la plataforma surpirenaica, cuya pendiente axial hacia el Oeste (polaridad Atlántica) viene demostrada por la progresiva profundización y anchura del mismo hacia el Golfo de Vizcaya. Durante el período de formación y morfogénesis del surco, los fenómenos de erosión submarina han debido tener probablemente un gran papel (4, 9, 23), si bien insistimos no hay que olvidar que el emplazamiento del mismo viene impuesto y dirigido por la tectónica.

2) La fuerte disimetría del surco (polaridad tectónica), con un borde norte abrupto y un borde sur de morfología más suave que pasa a una amplia plataforma, sugiere lógicamente que el accidente mayor de distensión (falla normal) debe de situarse en las proximidades del borde norte. La

no observación en superficie de dicho accidente debe atribuirse a la erosión y posterior fosilización o bien a la deposición de enormes brechas que se acumulan al pie del talud recién creado.

3) La creación de este estrecho, profundo y disimétrico surco, posiblemente acompañado de una epirogénesis de la zona axial, podrían ser las causas que originaron la iniciación y posterior colocación del manto del Montsec. Es decir, la formación del surco y posible epirogénesis de la zona axial, crearían el suficiente desnivel que permitiera la movilización del manto. Es evidente que parte del surco quedaría bruscamente colmatado por el mismo manto, teniendo lugar a continuación la colmatación del resto del surco por una potente serie turbidítica, contemporánea de los depósitos deltaicos a continentales que se depositan sobre el propio manto.

B.—Segunda hipótesis: compresión-distensión.

a) La hipótesis anterior, en principio satisfactoria, tropieza con serios inconvenientes bajo un punto de vista puramente mecánico. En efecto, si consideramos que el surco flysch de la cuenca de Jaca ha sido originado a partir de un giro levógiro de la placa ibérica respecto de la placa europea (supuesta esta última fija), es evidente que España se habrá separado de Francia. Esta separación, teniendo en cuenta el tipo de movimiento a que nos referimos, será máxima cuanto más hacia el Oeste nos desplazemos a partir del punto o eje de giro, en donde la distensión sería cero. Ahora bien, para que este esquema funcione mecánicamente, una de las soluciones posibles sería que a partir del eje de giro y en sentido opuesto, se desarrolle el fenómeno contrario (fig. 3), es decir, una compresión que produjera un acortamiento de magnitud progresivamente mayor a medida que nos alejásemos de dicho punto.

En el caso del surco flysch de la cuenca de Jaca, el eje de giro podría situarse aproximadamente entre la terminación oriental del manto de Pedraforca y la costa mediterránea (región del Ampurdán), ya que en esta zona el Cuisiense es de facies continental. Teóricamente y según esta hipótesis, a partir de esta región debería desarrollarse una zona de compresión (fig. 3), progresivamente más importante hacia el Este. Sin embargo, la información que de esta zona tenemos no da referencia alguna respecto a una fase de compresión cuisense, únicamente se citan movimientos de tipo epirogénico

(10, 11) responsables de un rejuvenecimiento de los Pirineos y Cadena Catalana, así como de un desplazamiento de la subsidencia hacia el Sur de los Pirineos.

Esta innegable dificultad de tipo mecánico y dada la transcendencia de la fase cuisense, responsable de una notable distensión que ha originado el importante surco flysch de Jaca y ante la ausen-

brechas continentales rojas, sin fósiles, atribuidas al "Vitrollien" por su posición sobre el "Rognacien" y bajo el Luteciense, así como por su parecido con la facies roja vitrollien.

b) La fase de compresión fini-cretácica.

1) La llamada *fase fini-cretácica* es una fase de deformación bien conocida en la zona nor-pirenaica

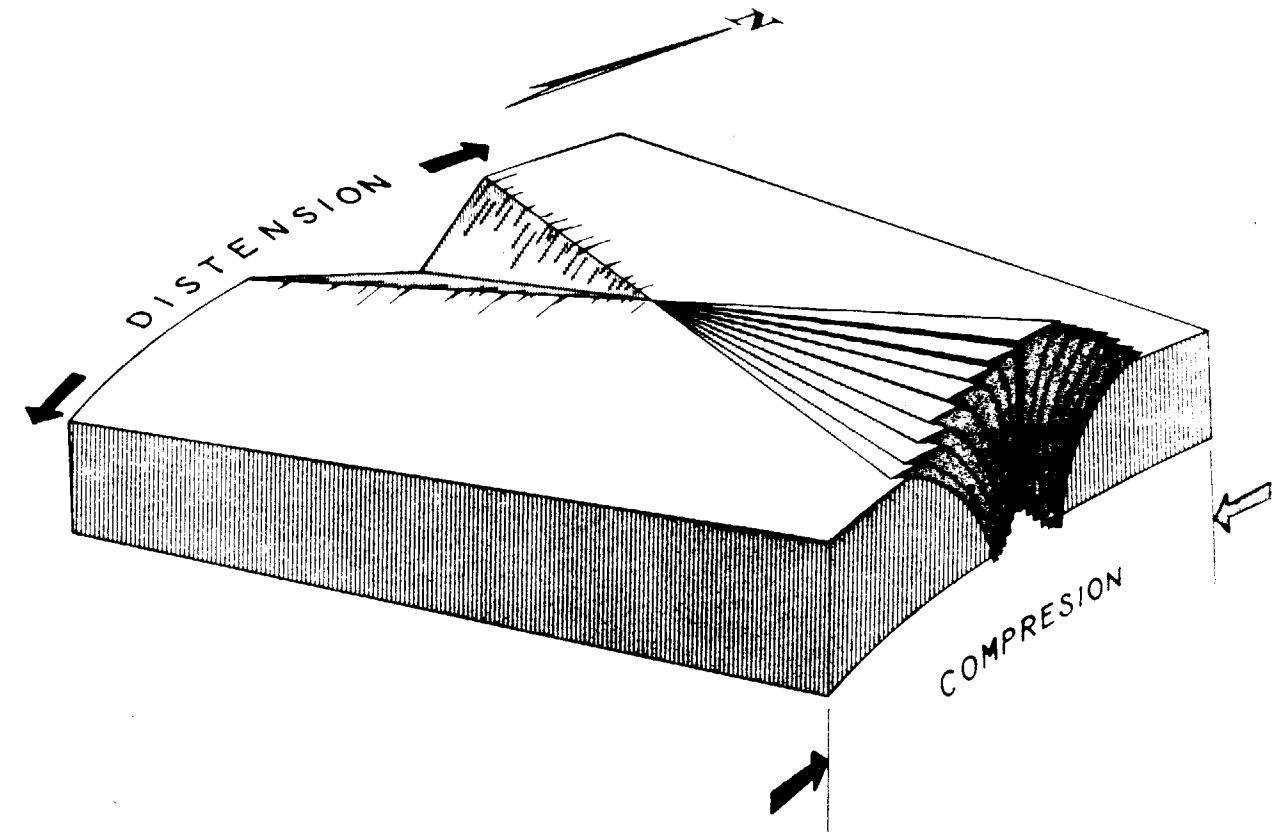


Figura 3

"Dispositivo en tijera" teórico, según un efecto combinado de distensión-compresión, de la misma edad

cia de un fenómeno opuesto (de compresión) de magnitud análoga, se nos presenta como muy sugestiva la siguiente hipótesis:

La gran distensión cuisense (surco de Jaca) vendría compensada por un fenómeno de compresión de magnitud comparable (la fase fini-cretácica).

Es decir, la fase de distensión cuisense y la fase de compresión finicretácica serían dos fenómenos simultáneos. Ello implica que la contradicción que a primera vista se nos presenta respecto a la edad, fuera solamente aparente, lo cual es muy probable, ya que mientras la fase cuisense está perfectamente datada (intra-cuisense inferior), la "llamada" fase fini-cretácica viene fosilizada por unas

ca. Según Choukroune (2), debe ser considerada como la *fase mayor pirenaica* contemporánea de un metamorfismo local de tipo baja presión-alta temperatura. Dicha fase es responsable en la "zona nor-pirenaica" de intensos plegamientos de tipo flexible, cartografiables en muchos casos, con desarrollo de esquistosidad y del metamorfismo "pirenaico" (12, 18).

La intensidad de estos fenómenos (fig. 4) disminuye progresivamente hacia el Oeste hasta desaparecer, de tal manera que la fase fini-cretácica no existe en la extremidad occidental de la cadena (2).

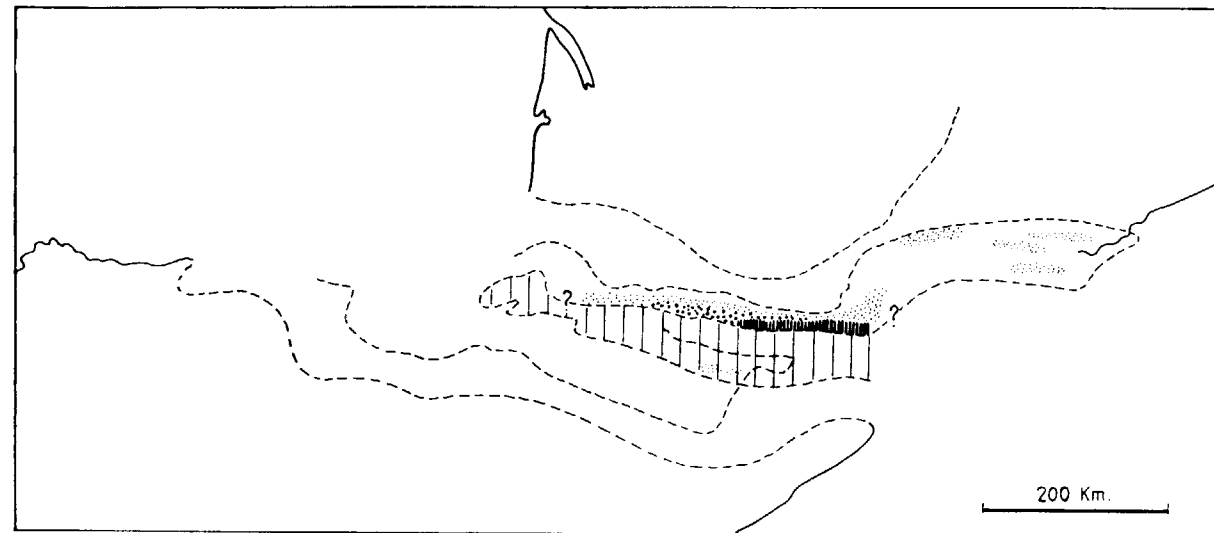
2) Respecto a la datación de la fase fini-cretácica, está bien establecido que las brechas que la

fosilizan son posteriores al metamorfismo "pirenaico" que afecta de manera cierta al Senoniense (16).

Mattauer y Proust (13, 14), citan en la región pirenaica provenzal la presencia de brechas continentales sin fósiles, a menudo discordantes sobre terrenos plegados, a veces metamorfizados, y siendo claramente posteriores al metamorfismo pirenaico

c) Hipótesis propuesta.

Si tenemos en cuenta la importancia de la fase cuiense (intra-cuiense inferior) como se deduce de los fenómenos a ella ligados (surco de flysch con 4 a 5.000 m de potencia y llegada de un enorme manto) y ante el hecho de que no exista aparente-



■ METAMORFISMO ● PLEGAMIENTO CON ESQUISTOSIDAD ▬ PLEGAMIENTO SIN ESQUISTOSIDAD

Figura 4

Repartición y estilo de la fase fini-cretácica en la Cadena Pirenaica (según SEGURET, 1970)

y anteriores a la fase fini-eocena, ya que ésta afecta a su vez a las citadas brechas. Igualmente, en la región de Montpellier (13) la serie roja atribuida al "Vitrollien", por su posición entre el "Rognacien" y Luteciense así como por analogía con la serie de Vitrolles (3), adquiere en la zona frontal del pliegue de Montpellier un carácter brechoso muy acentuado. Estas brechas de cemento rojo y elementos del Mesozoico (incluido el "Rognacien") vienen localmente discordantes sobre su substrato. En 1967, Mattauer y Proust (15) citan la presencia de elementos del Cretácico metamórfico en el "Vitrollien" y Eoceno inferior de la cuenca de Quillan.

Como resumen podemos decir que la importante fase fini-cretácica, bien demostrada en la zona norpirenaica, Languedoc y Provenza, responsables de una notable deformación con plegamiento, esquistosidad y metamorfismos, es posterior al Senoniense y al "Rognacien" y anterior a las brechas de supesta "facies vitrollien".

mente, ningún inconveniente serio que impida que las brechas continentales que cicatrizan la fase "fini-cretácica" puedan ser de edad cuiense, se nos presenta como muy sugestiva la siguiente hipótesis sobre la génesis del manto del Montsec:

La importante fase de compresión fini-cretácica vendría compensada por la no menos importante fase de distensión (surco de flysch) de edad cuiense. Es decir, el efecto combinado y simultáneo de estos dos fenómenos (fig. 5) serían responsables de la génesis del manto del Montsec.

Esta hipótesis tiene la ventaja de resolver a la vez tres importantes problemas que tenía planteados la cadena pirenaica:

1.º La amortiguación progresiva hacia el Oeste de los efectos de la fase de compresión fini-cretácica.

2.º La amortiguación igualmente progresiva hacia el Este de los efectos de distensión cuienses (surco flysch de Jaca).

3.º El manto del Montsec, el cual a pesar de la evidente relación entre su colocación y la formación del surco flysch de Jaca, presentaba el problema del desnivel necesario e impulso inicial que provocara su expulsión hacia el Sur.

El amortiguamiento hacia el Oeste de la fase fini-cretácica lo explican (17) por un dispositivo

un dispositivo en relevo como se esquematiza en las figuras 5 y 7. Como consecuencia de este efecto combinado, la zona trasera del manto del Montsec es elevada y expulsada, al mismo tiempo que la depresión creada por el surco de flysch, favorecería la atracción y recepción del manto.

Por otro lado, el efecto combinado de compresión-

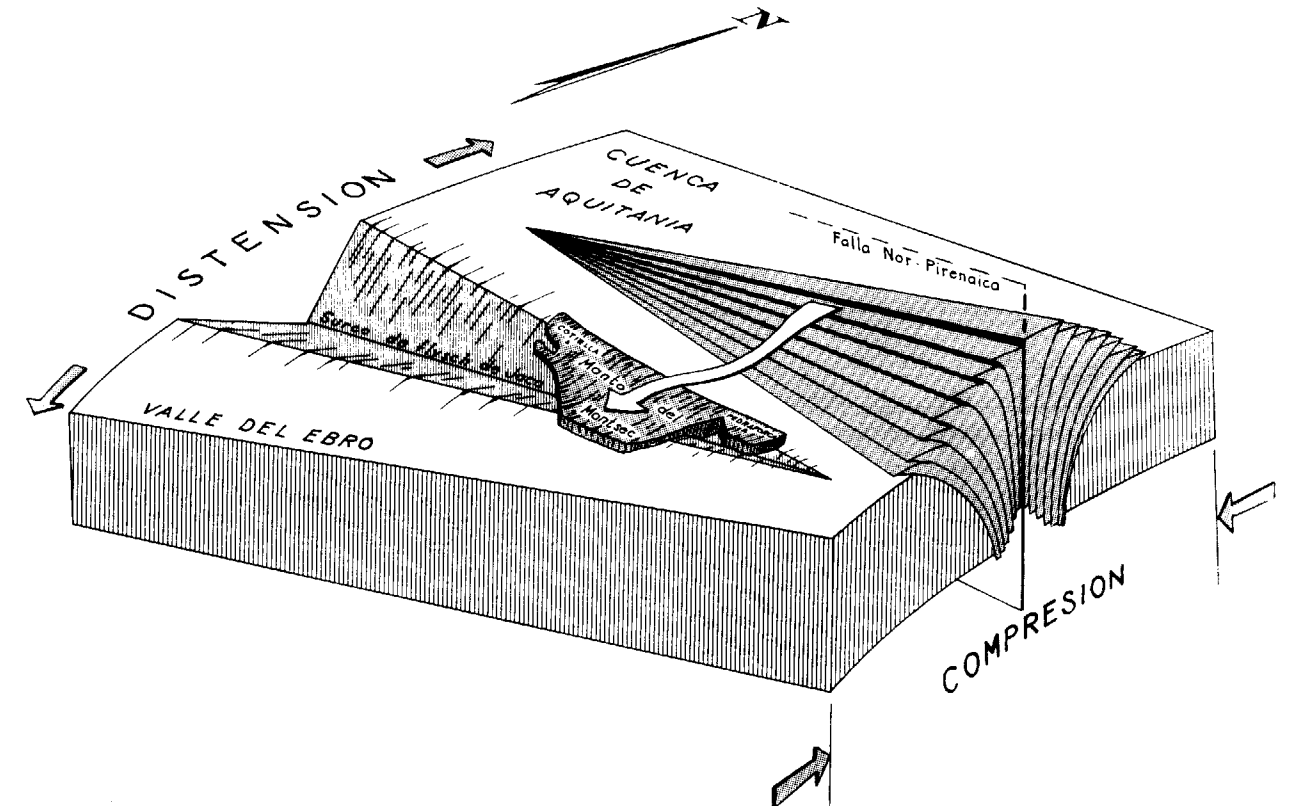


Figura 5

"Dispositivo en relevo" teórico, según un efecto combinado de distensión-compresión, como origen del manto del Montsec

en tijera (fig. 6), si bien sería necesario comprobar rigurosamente la simultaneidad de ambos fenómenos de plegamiento-sedimentación, así como una simétrica proporcionalidad en la magnitud de los mismos (compresión-distensión).

En el caso de que esta solución fuese válida, por la misma razón sería necesario que la distensión cuiense (surco de flysch) estuviese compensada por una compresión en la región del Ampurdán, según un esquema similar al propuesto para la fase fini-cretácica.

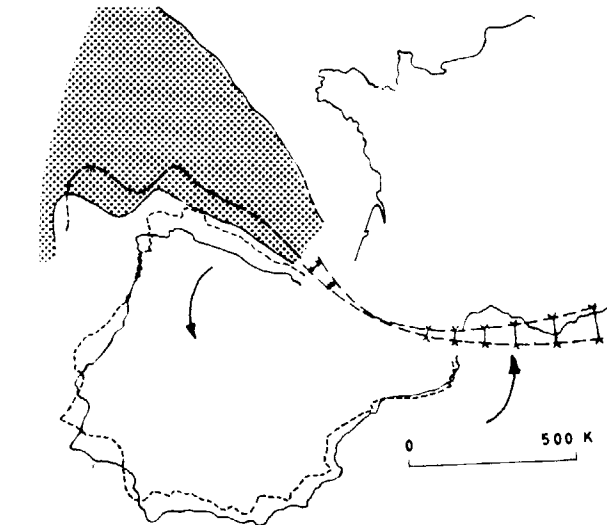
En resumen, nos parece bastante aceptable que la distensión cuiense que ha afectado la vertiente sur-pirenaica venga compensada por una compresión desarrollada en la zona nor-pirenaica, según

compresión-distensión en relevo explica satisfactoriamente la génesis del manto del Montsec, ahora bien, el desfase o simultaneidad de ambos fenómenos constituye un problema por resolver y demostrar. Es indudable que una datación precisa de las brechas que fosilizan la fase fini-cretácica, resolverían el problema. Conviene aquí resaltar la posibilidad de que las brechas con cemento rojo que coronan la serie garumniense del sinclinal disimétrico de Coll de Nargó y que vienen discordantes sobre su flanco norte, fuesen correlacionables con los depósitos continentales cuienses de la región de Tresp.

Por último, y volviendo a lo expuesto en la introducción, respecto a la subdivisión del manto del Montsec en unidad de Tresp y unidad de Pedra-

forca, podemos imaginar la siguiente sucesión de hechos:

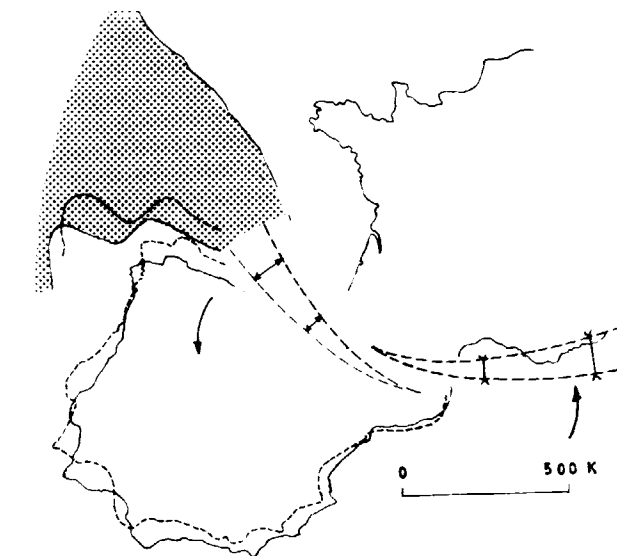
1.º En el Cuisiense inferior (post-cuisiense basal) tiene lugar la elevación y expulsión de la zona trasera del manto del Montsec (fase de compresión



Zona oceánica.

Figura 6

Efectos combinados de la fase de plegamiento fini-cretácica y de la distensión de igual edad (según MATTAUER y SEGURET, 1971)



Zona oceánica.

Figura 7

Aspecto posible de la placa ibérica, debido a un efecto combinado "en relevo" de distensión-compresión

fini-cretácica), al mismo tiempo que la creación del surco flysch de Jaca sería parcialmente colmatado por la recepción de la unidad de Tremp, mientras que la unidad de Pedraforca quedaría en "posición favorable" al Norte de la Sierra del Cadí.

2.º Posteriormente, en el Cuisiense superior (intra-Cuisiense superior) una nueva fase provocaría la movilización de la unidad de Pedraforca que se trasladaría, favorecida por la gravedad, hacia el Sur para quedar colocada en su posición actual y ser a continuación fosilizada por las brechas de Queralt. Esta fase intra-cuisiense superior, puede ser sincrónica de la fase que en el valle del Cinca viene fosilizada por los conglomerados de Campanue (20) y depósitos equivalentes. En cuanto a la fase intra-Cuisiense inferior, podría correlacionarse en la serie eocena autóctona del Cadí, con la ruptura sedimentaria que se sitúa en el techo de la facies continental del miembro Coronas (7) considerado como tránsito Ilerdiense-Cuisiense.

III. CONCLUSIONES

Respecto a la génesis del manto del Montsec dos hipótesis pueden ser propuestas:

1.ª hipótesis: distensión.

Según esta hipótesis, la creación de un surco en la plataforma surpirenaica, probablemente acompañada de un elevamiento de la zona axial por epirogénesis, pudieron ser las causas suficientes que provocaran el deslizamiento gravitacional del manto del Montsec.

2.ª hipótesis: distensión-compresión.

Esta hipótesis invoca un dispositivo combinado de distensión-compresión en relevo (figs. 5 y 7) como causa del origen del manto del Montsec. Ahora bien, este dispositivo admite dos modalidades según que la distensión y compresión sean simultáneas o bien desfasadas en el tiempo.

Primera modalidad. En el caso de que los fenómenos de distensión-compresión sean simultáneos, la distensión que habría afectado la zona sur-pirenaica sería compensada por una compresión en la zona nor-pirenaica.

Como consecuencia de este efecto combinado la zona trasera del manto es elevada y expulsada al mismo tiempo que la depresión creada por el sur-

co de flysch, favorecería la atracción y recepción del manto.

Segunda modalidad. En este caso el manto del Montsec se habría originado en dos tiempos. Un primer tiempo (fase fini-cretácica) que eleva la zona axial y coloca al manto en posición favorable y un segundo tiempo (fase cuisienense) que al crear la depresión del surco flysch, provocaría la movilización y consiguiente recepción del manto.

BIBLIOGRAFIA

(1) CRUSAFONT, M.; ROSELL, J.; GOLPE, J. M., et DE RENZI, M.: *Le Paléogène de la vallée d'Ager et ses rapports avec celui de la Conca de Tremp (Pyrénées de la province de Lérida, Espagne)*. "Ext. Mém. B.R.G.M.", núm. 58, págs. 583-589 (1968).
 (2) CHOUKROUNE, P.: *Phase tectonique d'âge variable dans les Pyrénées: évolution du domaine plissé pyrénéen au cours du Tertiaire*. "C.R. Acad. Sec. Paris", t. 276, págs. 909-912 (1973).
 (3) DE MANGEON, P.: *Importantes formations rouges dues à des Algues calcaires dans le Montien rouge (Vitrollien) du Midi de la France*. "C.R. Acad. Sc", T. 242, pág. 1.095 (1956).
 (4) FEUILLEE, P.; VILLANOVA, M., et WINNOCK, E.: *La dynamique des fosses à "turbidites" et de leur contenu sédimentaire dans le système pyrénéen*. "B.S.G.F.", (7), XV, núm. 1, págs. 61-76 (1973).
 (5) GARRIDO-MEGÍAS, A.: *Sobre la colocación del manto de Pedraforca y sus consecuencias: una nueva unidad tectónica independiente "el manto del Montsec" (vertiente surpirenaica, provincias de Huesca y Lérida)*. "Bol. Geol. Min.", T. LXXXIII-III, págs. 242-248 (1972).
 (6) GARRIDO-MEGÍAS, A. y RÍOS, L. M.: *Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre. (Pirineo Central de la vertiente surpirenaica, provincias de Huesca y Lérida)*. "Bol. Geol. Min.", T. LXXXIII-I, págs. 1-47 (1972).
 (7) GICH, M.: *Las unidades litostratigráficas del Eoceno prepirenaico del Ripollés oriental*. "Act. Geol. Hisp.", IV (1), págs. 5-8 (1969).
 (8) HENRY, J.; LANUSSE, R., et VILLANOVA, M.: *Evolution du domaine marin pyrénéen du Sénonien supérieur à l'Eocène inférieur*. "In Histoire structurale du Golfe de Gascogne. Ed. Technip.", IV, 7, págs. 1-8 (1971).
 (9) HENRY, J.; VILLANOVA, M., et WINNOCK, E.: *Dispositifs morphologiques comblés par la sédimentation du flysch crétacé supérieur (Aquitaine méridionale et Pyrénées)*. "In Histoire structurale du Golfe de Gascogne. Ed. Technip.", IV, 6, págs. 1-12 (1971).

(10) KROMM, F.: *Stratigraphie comparée des formations éocènes du revers sud des Pyrénées et de la Cordillère pré-littorale catalane (province de Gerone et Barcelona - Espagne)*. "Act. Soc. Linn. Bordeaux", tomo 105, serie B, núm. 2, págs. 2-11 (1968).
 (11) KROMM, F.: *Résultats d'une étude géodynamique en Catalogne orientale: Chronologie des déformations. Paléogéographie à l'Eocène*. "Act. Soc. Linne Bordeaux", t. 106, serie B, núm. 3, págs. 2-11 (1969).
 (12) MATTAUER, M.: *Les traits structuraux essentiels de la Chaîne Pyrénéenne*. "Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.", (2), vol. X, fasc. 1, págs. 3-11 (1968).
 (13) MATTAUER, M., et PROUST, F.: *Sur la tectonique de la fin du Crétacé et du début du Tertiaire en Languedoc*. "Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.", vol. V, fasc. 1, págs. 5-11 (1963).
 (14) MATTAUER, M., et PROUST, F.: *Sur la présence et la nature de deux importantes phases tectoniques dans les terrains secondaires des Pyrénées orientales*. "C.R. somm. S.G.Fr.", fasc. 4, págs. 132-133 (1965).
 (15) MATTAUER, M., et PROUST, F.: *L'évolution structurale de la partie Est du domaine pyrénéo-provençal au Crétacé et au Paléogène*. "In Biogéographie du Crétacé-Eocène de la France méridionale", págs. 9-20 (1967).
 (16) MATTAUER, M.; PROUST, F., et RAVIER, J.: *Remarques sur l'âge du métamorphisme pyrénéen*. "C.R. somm. S.G.Fr.", fasc. 3, págs. 129-130 (1964).
 (17) MATTAUER, M., et SEGURET, M.: *Les relations entre la Chaîne des Pyrénées et le Golfe de Gascogne*. "In Histoire structurales du Golfe de Gascogne. Ed. Technip.", IV, 4, págs. 1-24 (1971).
 (18) RAVIER, J.: *Le métamorphisme des terrains secondaires des Pyrénées*. "Mem. Soc. Géolo. Fr.", número 86 (1957).
 (19) SOLE SUGRAÑES, L., y CLAVELL, E.: *Nota sobre la edad y posición tectónica de los conglomerados eocenos de Queralt (Prepireneo oriental, Prov. de Barcelona)*. "Act. Geol. Hisp.", VIII (1), págs. 1-6 (1973).
 (20) SOLER, M., y GARRIDO-MEGÍAS, A.: *La terminación occidental del manto de Cotiella*. "Pirineos", 96, páginas 5-12 (1970).
 (21) SOLER, M., y GUIDEFABREGAS, C.: *Lineas generales de la geología del Alto Aragón occidental*. "Pirineos", 96, págs. 5-19 (1970).
 (22) WINNOCK, E.: *Géologie succincte du bassin d'Aquitaine*. "In Histoire structurale du Golfe de Gascogne. Ed. Technip", IV, 1, págs. 1-30 (1971).
 (23) WINNOCK, E.; FRIED, E., et KIEKEN, M.: *Les caractéristiques des sillons aquitains*. "B.S.G.F." (7), XV, núm. 1, págs. 51-60 (1973).

Recibido: Mayo de 1973.

GEOLOGIA

Discordancia erosiva de Mina Peñoncillo en el Bético de Málaga, Marbella.

por V. PASTOR GOMEZ (*) y V. CRESPO LARA (**)

RESUMEN

La presencia de un horizonte conglomerático, en las proximidades de Mina Peñoncillo de Marbella (Málaga), se interpreta como revelador de una discordancia erosiva que separaría dos series distintas, hasta ahora englobadas en la denominada Unidad Blanca.

Los autores aprovechan esta nota para rectificar secuencias litoestratigráficas, establecidas anteriormente, y para expresar su opinión sobre la posible edad precámbrica de los materiales que constituyen el accidente orográfico de Sierra Blanca, que ha dado nombre a la mencionada Unidad.

SUMMARY

The finding of a conglomeratic horizon around Mina Peñoncillo, in Marbella (Málaga) is supposed to indicate a disconformity disconnecting two distinct series previously bound together in the so call Blanca Unit.

The authors claim to rectify previously given lithostratigraphic sequences and express their opinion on the precambrian age of the materials that make up the orographic feature which has given name to the said Blanca Unit.

Durante los trabajos de investigación minera de la Reserva estatal en la provincia de Málaga, a lo largo del pasado año 1972, y más concretamente de Mina Concepción, conocida más bien por Mina del Peñoncillo en la literatura geológica, tuvimos ocasión de observar la presencia de un horizonte detrítico, con cierto número de cantos en él diseminados, cuyo significado puede interpretarse como delator de una discordancia erosiva que separaría dos series en la Unidad Blanca de Marbella, denominada así por constituir la Sierra Blanca, inmediatamente al norte de la citada población.

La Mina del Peñoncillo, de Marbella, se conoce desde el pasado siglo y se ha considerado siempre como la mineralización de hierro de mayor interés de todos los indicios que se conocen en la provincia de Málaga; consiste en una formación de esquistos anfíbolíticos y anfíbolitas con un alto contenido en magnetita, que se encuentra en la carretera de Marbella a Ojén, al pie de la ladera orien-

tal de Sierra Blanca, según se indica en el croquis adjunto.

Si bien la geología regional ha sido y es objeto de numerosos y polémicos trabajos, desde el pasado siglo, como es bien sabido por tratarse del Bético de Málaga de Blumenthal, no parecía existir más trabajo geológico de detalle que el pequeño mapa, a escala 1:5.000, y dos cortes incluidos en el reciente artículo de Leine (2).

Supone Leine que el horizonte de anfíbolitas mineralizadas forma parte de una serie de esquistos y neises, que se encuentra en el núcleo de una estructura anticlinal cuyos flancos externos están constituidos por los mármoles de Sierra Blanca; esta errónea interpretación estructural ha sido causa de que el autor establezca una secuencia litoestratigráfica también equivocada. Los mármoles occidentales son de distinta edad que los orientales; aquéllos forman el muro de la serie esquistosa y éstos, su techo. Pero la serie de los esquistos no es continua, sino que presenta la interesante discontinuidad que es objeto de este trabajo.

El horizonte conglomerático, a que nos referimos, se observa con toda claridad al norte de Mina del Peñoncillo; por encima del frente septentrional de la cantera, y entre éste y el collado hasta donde llegan los antiguos registros mineros. Las explotaciones impiden el acceso directo, por lo que hay que utilizar la carretera particular de la finca Los Canasteros, que parte de un punto situado aproximadamente a un kilómetro al norte de la mina, en la carretera de Ojén. El desmonte del lateral dere-

muro: mármoles del núcleo de Sierra Blanca; esquistos y neises biotíticos y anfíbolíticos; anfíbolitas con magnetita;

discordancia erosiva por fase glyptogénica:

esquistos conglomeráticos; esquistos y cuarcitas; mármoles superiores;

techo: esquistos y neises de Ojén.

En la hoja número 87, Algeciras, del Mapa Geológico de España, a escala 1:200.000, el conjunto anteriormente descrito, salvo los mármoles del muro, aparece atribuido al Precámbrico maláguide, que avanza en forma de manto sobre el mármol triásico alpujárride de Sierra Blanca. Según se aclara, en la Memoria que acompaña a dicha hoja, la zona correspondiente a Mina del Peñoncillo se ha tomado de Blumenthal (1949), por no haber dispuesto a tiempo del reciente trabajo de Mollat (1).

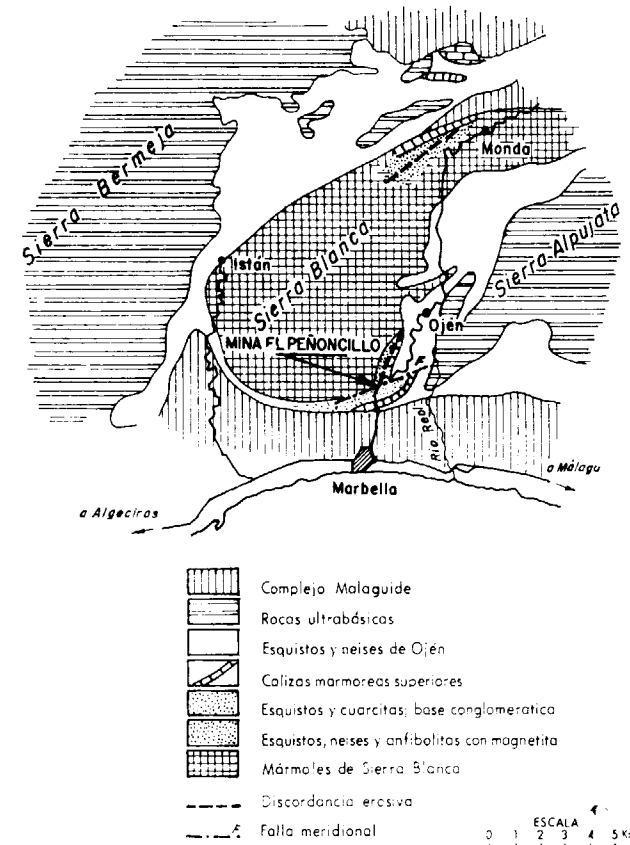
En su tesis, que hemos tenido ocasión de examinar, Mollat deduce que la serie de Sierra Blanca se encuentra invertida, de forma que los mármoles del muro son de edad triásica media y superior; y los neises del techo, un probable Carbonífero.

Nos permitimos intervenir en la tradicional discusión sobre la edad de los mármoles de esta unidad orográfica, ya que no vemos razón alguna para estas atribuciones ni para pensar en la inversión de la serie, que consideramos normal en el orden más arriba indicado. Con las reservas a que nos obliga nuestro imperfecto conocimiento de la región, uno de nosotros (VPG) estima que el complejo de Sierra Blanca o Unidad Blanca pertenece al Conjunto Nevado-Filábride de las Cordilleras Béticas, y su edad puede ser muy bien eocámbrica o precámbrica; la discordancia erosiva que nosotros denunciaremos podría indicar un hiato sedimentario eo-precámbrico o intra-precámbrico, y los pliegues de los cantos del conglomerado basal, relevar una fase orogénica, quizá coincidente con la Cadomiense, ya señalada por uno de los autores (VCL) en Sierra Morena, o incluso anterior.

BIBLIOGRAFIA

- (1) MOLLAT, H.: *Die Geologie der Sierra Blanca und ihrer Umgebung*. Thesis, Bonn, 1965.
- (2) LEINE, L.: *Geology of a magnetite deposit of the Mg-skanr type near Marbella, Spain*. Economic Geology, 1967.
- (3) IGME: *Hoja núm. 87, Algeciras, del Mapa Geológico de España, a escala 1:200.000*. Madrid, 1972.

Recibido: Septiembre 1973.



cho de dicha carretera, en su tercio final, ha dejado al descubierto el horizonte detrítico conglomerático, que podría describirse como esquisto conglomerático con cantos rodados y elongados de anfíbolitas y esquistos o neises de la serie inferior, que presentan el interesante detalle de que sus componentes minerales están plegados.

Constituye la base de una formación terrígena, que pasa a ser cuarcitosa en su porción superior, y sobre la que se apoyan las que denominaremos mármoles superiores.

En el entorno de la mina, la secuencia litoestratigráfica es la siguiente:

(*) Instituto Geológico y Minero de España.

(**) Compañía General de Sondeos, S. A.

GEOLOGIA

El Cretácico de la depresión mesoterciaria central de Asturias (*)

Por M. GUTIERREZ CLAVEROL (**)

RESUMEN

Se estudian las características estratigráficas de los afloramientos cretácicos de la zona comprendida entre Oviedo y Cangas de Onís.

Primeramente se establecen los rasgos cronoestratigráficos, para finalizar con un estudio individual de los distintos materiales con vistas a la consideración de los medios sedimentarios.

INTRODUCCIÓN

Los materiales cretácicos de la Depresión Mesoterciaria Central de Asturias afloran formando una franja alargada en dirección W-E, con una extensión longitudinal de 80 kilómetros, desde el W de Oviedo hasta la zona oriental de Onís, y una anchura media de 5-10 kilómetros (figura 1).

El límite septentrional es rectilíneo y está formado por una importante zona fracturada. El meridional es más irregular, siendo, en la mayor parte de su trazado, claramente discordante, depositándose el Cretácico sobre una superficie exhumada desarrollada sobre el zócalo paleozoico.

La gran variabilidad lateral de facies del Cretácico ha sugerido un estudio particular de zonas geográficamente restringidas. Esta parcelación de la franja cretácica tiene la ventaja de poder es-

tablecer columnas generales muy subjetivas y de gran representatividad para los sectores considerados. La comparación y correlación de los resultados obtenidos en los mismos proporciona una imagen real de la evolución lateral de estos sedimentos.

En la figura 2 se transcriben los sectores propuestos. Su estudio no ha sido homogéneo; mientras que en unos, los de la zona occidental, se han acumulado una buena cantidad de observaciones, en otros, éstas han sido deficitarias, dependiendo, esencialmente de la presencia o ausencia de sondeos.

El estudio de esta depresión, constituida por una gama de materiales de tipología muy desigual, con frecuentes cambios laterales de facies y, sobre todo, con una homogeneidad macroscópica en vertical muy acusada, se ha abordado utilizando criterios muy diversos.

El trabajo se ha centrado, en primer lugar, en una caracterización estratigráfica precisa, con vistas a una definición de tramos litológicos y establecer la cronoestratigrafía. En un segundo apartado se hace un estudio litológico específico de los distintos materiales, orientado a la determinación de los medios de depósito y peculiaridades paleogeográficas.

(*) Este trabajo constituye el extracto de una parte de la tesis doctoral leída por el autor el 3 de Noviembre de 1972 y realizada bajo la dirección del Profesor J. A. Martínez-Álvarez.

El estudio se ha beneficiado de la Ayuda de Investigación.

(**) Departamento de Geología, Escuela de Ingenieros de Minas de Oviedo.

SITUACIÓN DE LA ZONA ESTUDIADA

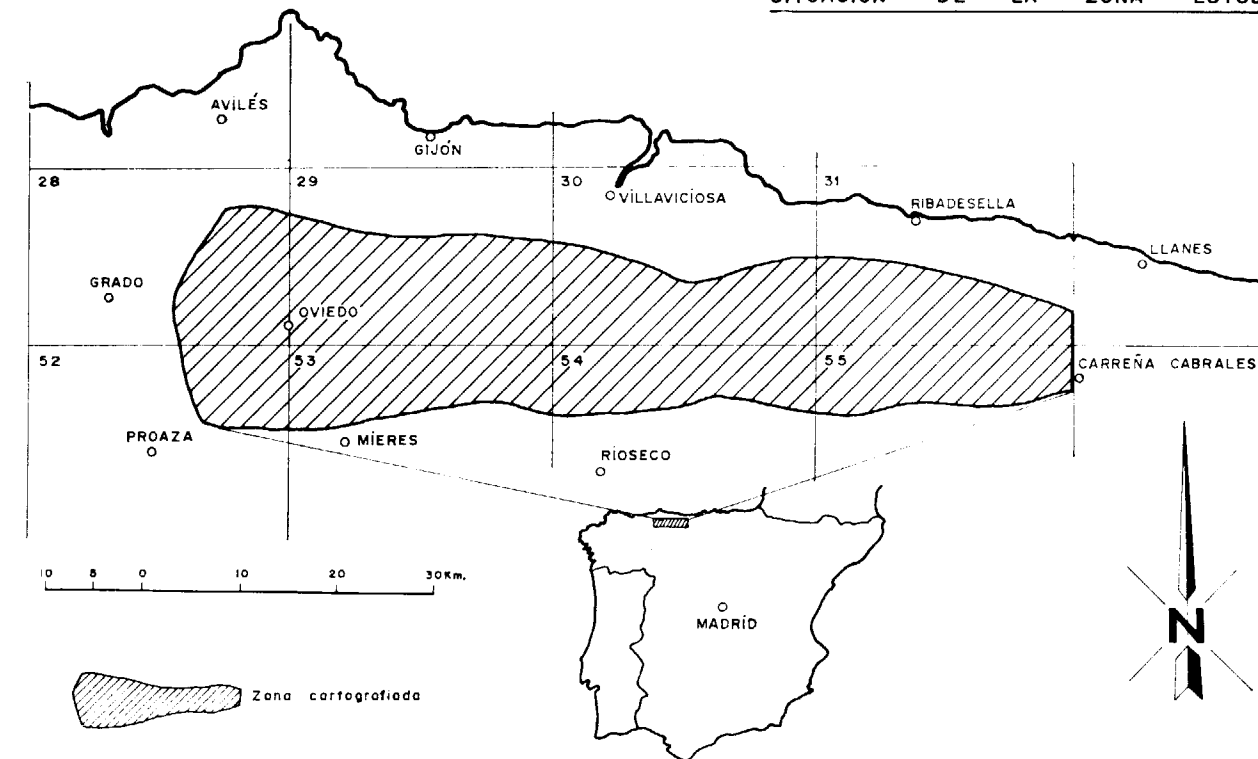


Figura 1

Situación de la zona con referencia a las hojas 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional

SECTORES CARACTERÍSTICOS DEL CRETÁCICO

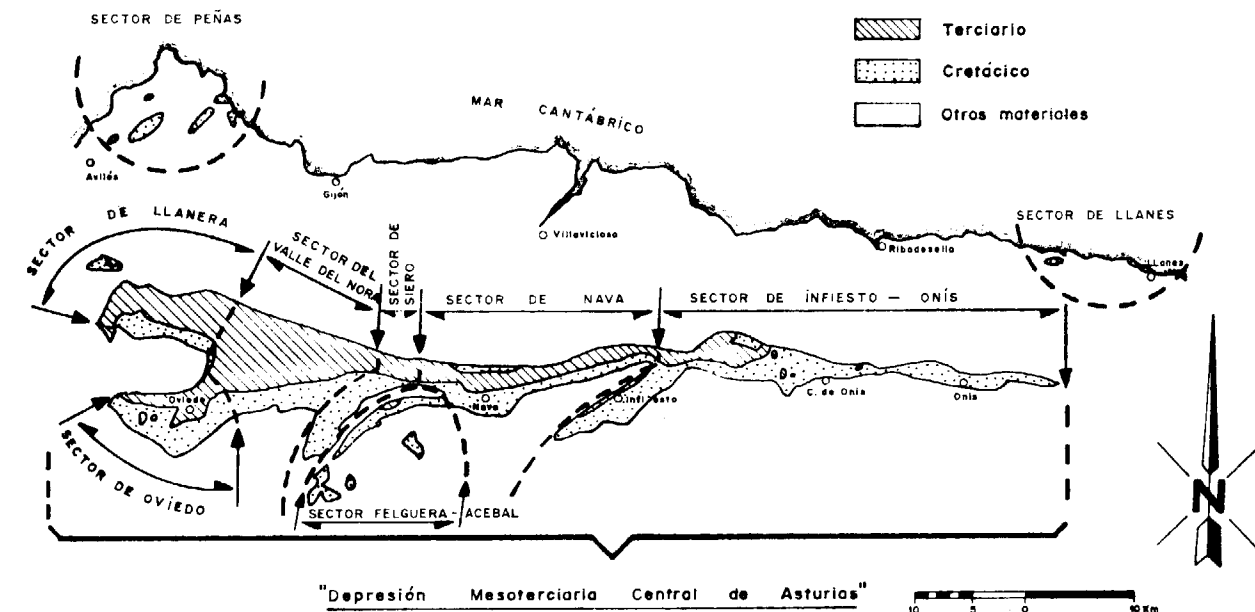


Figura 2

Extensión de la Depresión Mesoterciaria Central de Asturias y sectores del Cretácico considerados

CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS

El estudio de los sondeos y cortes de terreno pone de manifiesto la gran homogeneidad vertical del Cretácico. Con criterios exclusivamente de campo, se pueden distinguir.

A) *Tramo detrítico basal*: Los términos inferiores, confinados a la región centro-occidental de la depresión, están constituidos por pudingas cuartíticas cuyo espesor máximo no sobrepasa los 50 metros. Esta formación conglomerática es transgredida por importantes acumulaciones areno-arcillosas, responsables de las acusadas variaciones de potencia y, en parte, de su desaparición lateral.

Los niveles areníticos presentan una fracción mineralógica compuesta, en casi su totalidad, por granos de cuarzo con una morfoscopia desigual de subangulosa a subredondeada. Son abundantes las estratificaciones cruzadas. Los niveles arcillosos presentan altos contenidos en caolinita.

En todo el tramo es muy característica la abundante existencia de costras ferruginosas, nódulos piritosos, lignitos, restos vegetales, ámbar y yesos, pero, sin lugar a dudas el carácter mineralógico más peculiar es la frecuente aparición de andalucita en la fracción densa.

Para la designación de este tramo se ha utilizado la denominación de "facies de Utrillas", debido a su similitud faciología con los materiales descritos bajo esta denominación en la cuenca mesozoica cantábrica.

Su situación cronoestratigráfica es incierta. En el sector de Llanera, el más occidental, superpuestas a este tramo detrítico se encuentran unas biomicritas con *Dictyocomis pachimarginalis* Schroeder, *Simplorbitolina ex. gr. manasi-conolus* y *Sabaudia minuta*. (Hofker) que datan al conjunto como Gargasiense. Este hecho es importante, ya que restringen el "tramo detrítico basal" al Aptense inferior, por lo menos en esta localidad. En el resto de los sectores no se ha encontrado argumentación paleontológica evidente, sin embargo, sí se considera isocrono con el de Llanera, es lógico incluir su parte inferior en el Beduliense. El carácter transgresivo de los niveles arenosos suprayacentes al conglomerado, podría marcar el límite Beduliense-Gargasiense.

B) *Tramo suprabasal*: Representa un dilatado espesor de materiales con unas características macroscópicas muy homogéneas. Está constituido por una alternancia irregular de areniscas calcáreas, calizas

arenosas, margas arenosas, arenas y arcillas de tonalidad anaranjada, amarillenta y grisácea. Algunas areniscas presentan una fracción dolomítica nada despreciable. La presencia de lignitos y piritas continúa siendo importante, sobre todo en los niveles inferiores.

La aparición de moscovita y, en menor proporción, glauconita, entre otros, marcan la separación con el tramo detrítico basal.

Las calizas presentan una microfacies dominante de bioesparitas y biomicroesparitas, aunque no faltan en la columna algunas micritas, biomicritas y biopelmicritas. La fracción terrígena en las rocas carbonatadas es abundante.

Longitudinalmente, sufre variaciones, tanto de facies como de espesor (de 70 a más de 100 metros). La mayor representación detrítica se localiza en los sectores de Oviedo y Nora, con horizontes de típica facies de Utrillas, decreciendo, en detrimento de la sedimentación carbonatada, hacia los sectores laterales, Llanera e Infiesto-Onís.

La parte inferior de este tramo, en gran parte de la depresión, viene señalado por la aparición de *Orbitolina (M.) texana aperta* (Erman), *Orbitolina (M.) cóncava subs. convexa* Danilova y *Neioraquia convexa* Danilova, que presentan una dispersión del Albense superior al Cenomanense inferior, por lo que se ha considerado oportuno agruparlo en el Vraconiense.

La parte superior presenta un contenido biológico muy peculiar que personaliza con facilidad a estos materiales. Está constituido, principalmente, por *Orbitolina cóncava cóncava* (Lamarck), *Praealveolina cretacie brevis* Reichel, *Praealveolina ibérica* Reichel, *Nummoloculina (= Planispirina)*, *Ovalveolina ovum* D'Orb., *Pseudolituonella reicheli* Marie y *Cuneolina pavonia* D'Orb. La dispersión vertical de los Orbitolinidae confinan al conjunto en el Cenomanense inferior-medio, no encontrándose representado el superior. La existencia de esta laguna estratigráfica también se ha puesto de manifiesto en la región vasco-cantábrica.

C) *Tramo de margas y calizas nodulosas*: Constituye un excelente nivel guía a lo largo de toda la depresión.

Se trata de margas y calizas más o menos nodulosas, en las que se intercalan algunos horizontes de limos arcillosos y arenas limosas, con una dominante coloración grisácea. Es importante la presencia de glauconita.

El espesor de este tramo es bastante constante,



30-40 metros, apreciándose un ligero aumento hacia el sector más oriental de Infiesto-Onís.

La representación carbonatada tiene una microfacies muy señalada de biopelmicritas y biomicritas, distribuyéndose estas últimas, preferentemente, hacia la parte superior.

En este tramo hay desaparición total de los Orbitolinidae, siendo reemplazados por *Pithonella sphaerica* (Kaufmann), *Hedbergella paradubia* (Sigal), *Heterohelix* y *Tritaxia cf. tricarinata* Reuss, entre los más importantes.

La presencia de *Hedbergella paradubia* (Sigal) caracteriza al Turonense inferior, evidenciando la existencia de un importante hiatus.

En el sector de Siero, se reconoce una intensa laguna que afecta a todo el Turonense y parte del Coniaciense, descansando los niveles del Coniaciense superior-Santonense (con *Vidaina hispánica* Schlumb) sobre el Cenomanense medio. Esta circunstancia es importante, ya que la existencia de un umbral en este sector condiciona, en el Coniaciense-Santonense, la distribución de facies.

D) *Tramo supranoduloso*: Los materiales cretácicos que se superponen al tramo anterior, con una potencia muy variable, oscilando entre 12 metros (Nava) para alcanzar 70 metros en los extremos de la depresión, presentan una cierta similitud a los descritos en el "tramo suprabasal".

Suele comenzar, en el caso más general, con una sedimentación carbonatada, dejando a continuación paso a importantes acumulaciones detríticas, para finalizar con una delgada película calcárea.

Es muy significativa la gran proporción existente de moscovita y glauconita, imprimiendo, en determinados niveles, una tonalidad averdosada muy singular. Las costras ferruginosas y la fracción dolomítica son, así mismo, importantes.

Las calizas se caracterizan por una microfacies de bioesparitas y esparitas. Hacia el muro y techo del tramo, sobre todo en este último, dominan las biopelmicritas y biomicritas. Localmente, se intercalan horizontes oolíticos.

Desde el punto de vista bioestratigráfico, este tramo viene definido por 3 hechos:

— Reaparición de formas existentes en el Cenomanense, pero no presentes en el Turonense, como *Pseudolituonella reicheli* Marie y *Cuneolina pavonia* D'Orb.

— Continuación de especies que aparecieron en el Turonense: *Pithonella sphaerica* (Kaufmann) y *Tritaxia cf. tricarinata* Reuss.

— Aparición de especies nuevas: *Dictyopsella cf. kiliani* Mun.-Chalm., *Minouxia lobata* (Gendrot), *Idalina antiqua* D'Orb., *Abrardia mosae* (Hofker), *Spirocyclina choffati* Mun.-Chalm., *Nummofallotia cretacia* (Schlumb), *Vidalina hispánica*, Schlumb y *Globotruncana*. Estas evidencian la existencia del Coniaciense-Santonense.

En el sector de Siero continúa la laguna, faltando prácticamente todo el Coniaciense.

En la parte occidental del Sector de Infiesto-Onís, la presencia de *Exogyra langloisi* Coa, *Exogyra spinosa* Math., *Rhynchonella difformis* D'Orb. y *Pycnodonta vesicularis* Lam. (Almela y Ríos, 1962) y de *Lacazina elongata* Mun.-Chalm. (Ramírez del Pozo, 1969), determinan, respectivamente, la existencia del Santoniense inferior y superior.

ESTUDIO DEL CONGLOMERADO

Constituye la base del Cretácico en la región occidental de la depresión. Sus límites, inferior y superior, especialmente el primero presentan un carácter transgresivo.

Se trata de una pudinga de esqueleto cuarcítico matriz arenosa, con una asociación mineralógica muy constante constituida, en orden de importancia, por andalucita circón, turmalina y rutilo.

El estudio morfométrico (Gutiérrez Claverol, 1968) muestra unas características fluviales con una ligera influencia marina que es más notable en el aplanamiento que en la disimetría. Es muy probable que estos depósitos correspondan a una época de gran pluviosidad, lo que favorecería la formación de ríos caudalosos que vertieron sus sedimentos en una cuenca de tipo salobre. La gran abundancia de matriz terrígena y de lignitos parece justificar, así mismo, esta hipótesis.

La distribución espacial de los valores del índice de aplanamiento, muestra un aumento progresivo del mismo hacia el WSW y consecuentemente una disminución, en el mismo sentido, del índice de disimetría, apuntando la posición del área fuente hacia el ENE o NE. Esta apreciación es concordante con los datos proporcionados por los histogramas de distribución puntual del índice de aplanamiento y por el estudio de la fábrica.

Las consideraciones anteriores y la deposición del conglomerado exclusivamente en zonas situadas al S de los materiales jurásicos (Depresión mesozoica costera) hace pensar en una emersión del bloque jurásico, pudiendo actuar como área fuente durante el depósito del conglomerado cretácico.

Esta elevación de la unidad septentrional encaja perfectamente en el esquema tectónico y está motivada como consecuencia del segundo tipo de movimiento, de carácter inverso, de la falla Cantábrica.

ESTUDIO DE LAS ARENAS

Los niveles arenosos representan una fracción importante dentro de los materiales de esta región. Se distribuyen a lo largo de toda la columna estratigráfica, siendo realmente importantes en el tramo basal de "facies de Utrillas". Su espesor varía de W a E, encontrándose las mayores acumulaciones en los sectores más occidentales.

Desde un punto de vista mineralógico se diferencian 2 grandes tramos. El inferior está caracterizado, entre otros, por la abundancia de andalucita. El límite con el superior viene definido por la presencia de micas y por el carácter idiomorfo de los minerales pesados. Particularmente, en el Coniaciense dominan la moscovita y la glauconita.

La morfoscopia es muy constante tanto horizontal como verticalmente. En la facies de Utrillas varían de subangulosos a subredondeados, sin que se haya podido establecer un criterio de variabilidad. El Cenomanense comienza con unos granos angulosos, tornándose subangulosos-subredondeados hacia el techo. Por último, en el Coniaciense las condiciones son idénticas a las del Cenomanense medio.

Los caracteres granulométricos son los que han aportado un mayor número de indicaciones. Los valores del tamizado, de la fracción arena, se han representado en diagramas logarítmico-gaussianos (escala de probabilidades) expresando los valores del diámetro en escala phi, según el modelo de Müller (1967).

El establecimiento de una serie de índices se ha hecho con un doble propósito: una caracterización numérica de los tramos y una identificación del medio sedimentario.

Los principales parámetros de relación elegidos fueron: la medida de la clasificación según la "desviación típica" (Folk y Ward, 1957), la asimetría mediante la fórmula de Masson y Folk (1958) y la angulosidad empleando la expresión de "Kurtosis gráfica" (Folk y Ward, 1957).

Los resultados obtenidos se esquematizan como sigue:

— Las arenas de "facies de Utrillas" presentan una clasificación moderada, haciéndose buena ha-

cia el techo. La asimetría es bastante variable, con valores positivos y negativos distribuidos arbitrariamente, encontrándose un dominio del signo positivo en la parte superior del tramo (Vraconiense). La kurtosis oscila entre valores de 1,15 en el muro y 1,10 en el techo.

— En el Cenomanense, los parámetros de desviación típica señalan una clasificación entre moderada y pobre.

La fluctuación de signo en la asimetría es quizá el hecho más destacable. Esta variabilidad traduce que el paso a un régimen marino (litoral o nerítico) no se ha realizado de una manera brusca, sino que su instauración ha sido paulatina. El paisaje debía entonces corresponder a una zona en la que las influencias marinas y más o menos continentales se disputaban la primacía.

Los valores de kurtosis gráfica oscilan entre 1,2 y 1,4.

— Los tramos detríticos del Coniaciense son los que presentan peor clasificación, dominando los valores de desviación típica superiores a la unidad.

La asimetría es muy característica, con valores marcadamente negativos, indicando ser estos materiales detríticos los de más marcada influencia marina.

Los valores de kurtosis gráfica son muy constantes en todos los sectores y muy próximos a la unidad.

ESTUDIO DE LAS LUTITAS

Se ha orientado fundamentalmente a la determinación mineralógica de sus constituyentes ya que era preciso caracterizar las condiciones sedimentológicas de este tipo de rocas.

La técnica operatoria utilizada ha sido la difracción de rayos X y eventualmente el ATD y la espectroscopia infrarroja.

En la figura 3 se representa la relación caolinita/illita, teniendo en cuenta las intensidades de los planos 001, de las muestras estudiadas en el sector de Oviedo, aunque los resultados son extrapolables a toda la depresión.

La característica más destacable es la presencia de cuatro secuencias con una evidente equivalencia cronoestratigráfica.

En el tramo basal de "facies de Utrillas", los niveles arcillosos presentan una gran abundancia de materia orgánica, incluso pequeños troncos de lignito, frecuentes piritas, algunos yesos y ámbar, apuntando a un medio deposicional muy poco ener-

gético, reductor y de pH ácido, de tipo pantanoso o marismal. El material arcilloso es, en su mayoría, heredado que al llegar a la cuenca es sometido a un ambiente químico-biológico muy peculiar, con un pH bajo (gran cantidad de ácidos orgánicos) que favorecería la destrucción de los edificios cristalinos de los posibles minerales de tres capas, median-

sencia de illita, lo que denota un mayor grado de erosión y una más acusada influencia marina, corroborada, así mismo, con los otros caracteres estudiados. En la parte superior de este tramo vuelven a dominar las condiciones continentales.

En el Coniaciense, las características vuelven a ser similares, a lo largo de toda la cuenca, a las del Cenomanense inferior.

ESTUDIO DE LAS ROCAS CARBONATADAS

Se ha dirigido a un estudio de las microfacies con vistas a la caracterización de los medios de depósito.

Con los resultados obtenidos se han elaborado unos esquemas paleogeográficos en los que se señalan los dominios y subdivisiones correspondientes al ambiente deposicional, así como una transcripción gráfica de la dominancia de estos criterios.

Para su construcción se tomaron unidades cronoestratigráficas. Esta decisión tiene el inconveniente de representar bajo una sola instantánea espesores de materiales de dilatado intervalo temporal y, consecuentemente, presentando condiciones sedimentológicas algo variables. Sin embargo, a pesar de este riesgo, se ha considerado conveniente elegir estas premisas a la netamente litoestratigráficas, ya que el hacer una subdivisión en formaciones y miembros de los materiales cretácicos de esta región, con gran uniformidad macroscópica, ha de estar sujeta a criterios que se nos antojan muy subjetivos y lógicamente modificables.

Aptense-Albense: Se presenta en al mayor parte de la presión en "facies de Utrillas". Los criterios observados apuntan a una dominancia del medio supramareal, con abundante sedimentación de materiales detríticos (arenas, arcillas) y elevada fracción de constituyentes terrígenos (lignitos, piritas, ámbar).

Los materiales del sector de Llanera presentan criterios de plataforma interna, con energía moderada. Están constituidos por biomicitas y micritas fosilíferas con abundantes Orbitolinas, Algas Dasycladáceas y Codiáceas, algunos Rudistos y Miliólidos. (Figura 4.)

Vraconiense: Los depósitos de este piso traducen una tendencia supramareal a intermareal en la mayoría de los sectores, con abundante representación detrítica.

Condiciones de intermareal a plataforma interna

DISTRIBUCION DE LA RELACION CAOLINITA/ILLITA EN EL SECTOR DE OVIEDO

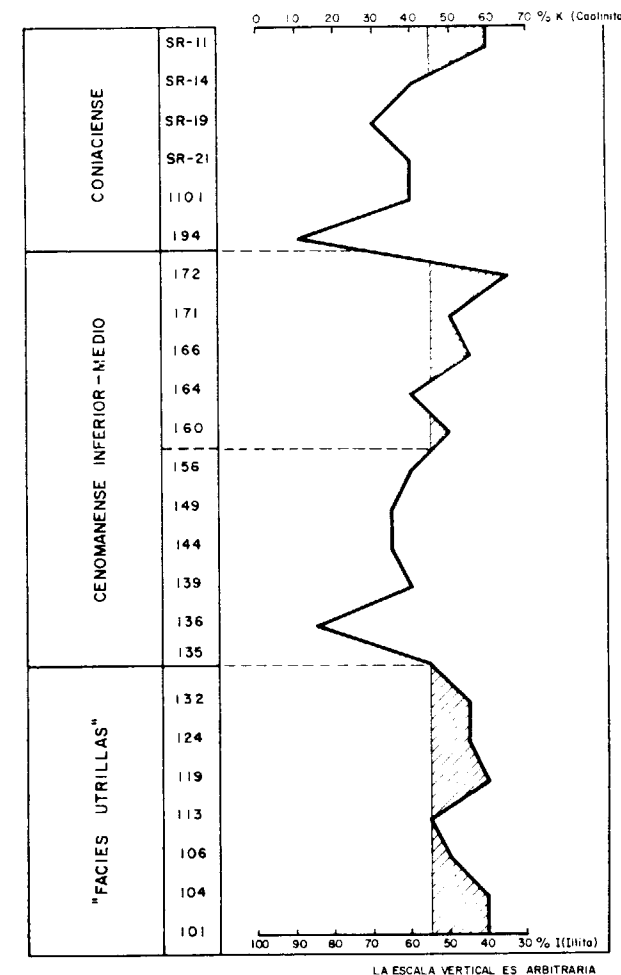


Figura 3

Curva de variación vertical de la relación caolinita-illita. La zona rallada corresponde a contenidos de caolinita superiores al 45 por 100

te procesos de tipo degradativo, dando lugar a la abundante concentración de caolinita.

Con estas circunstancias no es aventurado deducir para esta época un paleoclima cálido y húmedo.

En el paso al Cenomanense hay un marcado cambio en el régimen de aportes. Domina la pre-

con energía moderada, son atribuibles al sector de Siero, son bioesparitas y biopelmocrosparitas (calizas grainstone), conteniendo abundantes Orbitolinas.

APTENSE-ALBENSE ?

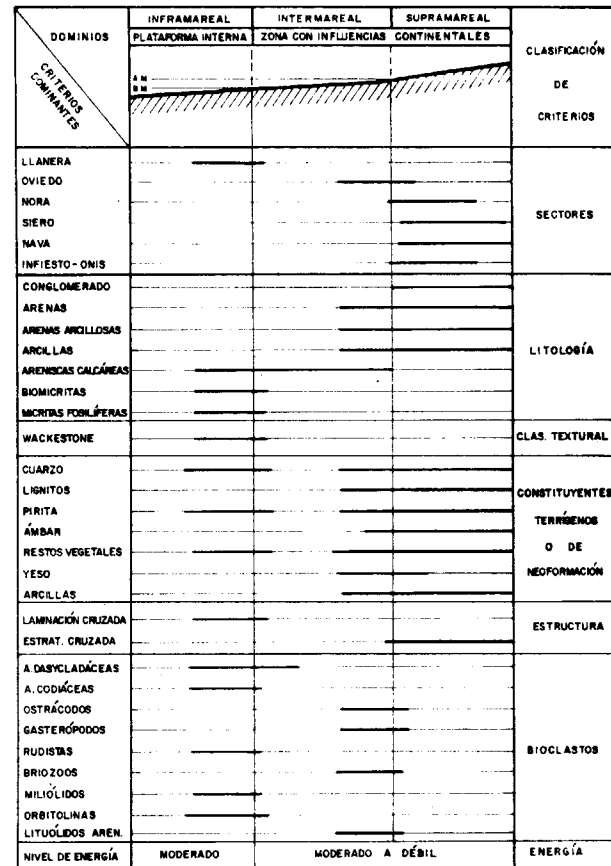


Figura 4

Esquema paleogeográfico del Aptense-Albense

El sector de Llanera presenta particularidades destacables. La plataforma interna inframareal, con energía moderada a débil, está representada por biomicritas y biomicrosparitas con Orbitolinas, Lituólidos arenáceos y alguna Cuneolina. Este dominio de plataforma interna se sitúa al abrigo de una elevación topográfica tipo "barra" con una energía moderada a fuerte, en la que ha tenido lugar una sedimentación de coesparitas fosilíferas y algunas biomicrosparitas, mostrando fenómenos de dolomitización y una asociación fosilífera constituida por Algas Rodofíceas y Codiáceas, Políperos, algunas Orbitolinas, Cuneolinas, Radiolas y Gasterópodos. (Figura 5.)

Cenomanense: En este tiempo, la cuenca cretácica ha sufrido incesantes oscilaciones epirogenéticas,

encontrándose en la columna general, sedimentos que denotan condiciones ambientales diferentes, por lo cual el intervalo abarcado por la mayoría de los sectores es amplio, con dispersiones que van del supra al inframareal.

La característica que más sobresale es la manifestación de unas condiciones transgresivas mucho más acusadas que en la época anterior, con una evolución de los sedimentos hacia cotas batimétricas de mayor profundidad.

Microfacies de tipo intermareal, con energía moderada a fuerte, caracterizan la mayor parte de los sectores. Los materiales están representados por bioesparitas y, en menor proporción, biomicrosparitas,

VRACONIENSE

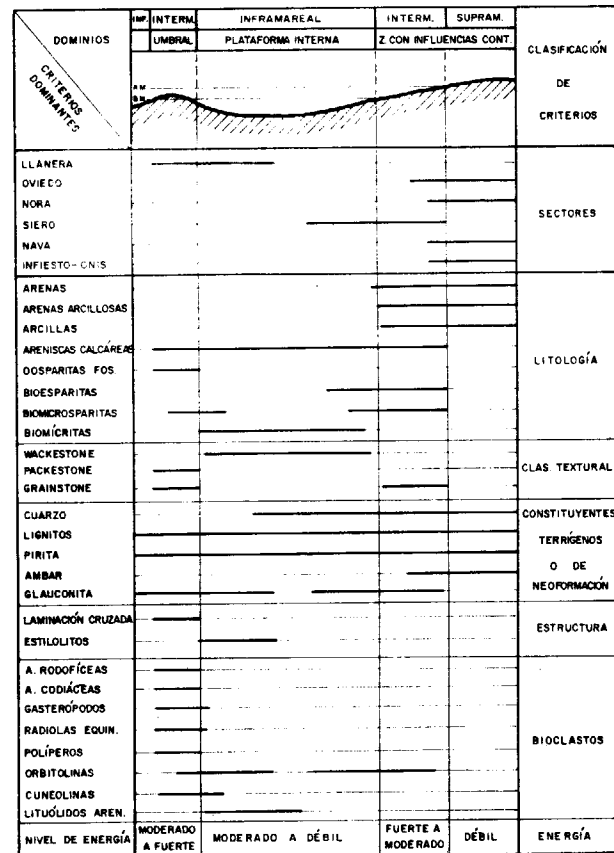


Figura 5

Esquema paleogeográfico del Vraconiense

ritas, con algunos niveles dolomíticos y frecuentes bioclastos: Dasycladáceas, Ostrácodos, Políperos, Orbitolinas, Praealveolinas y Lituólidos. Los constituyentes terrígenos continúan siendo importantes.

En los sectores de Llanera y Nava, se acusa una influencia del dominio de plataforma interna, con energía moderada, sedimentándose, además de las bioesparitas anteriores, alguna biomicrita con Briozoos, Miliólidos y Cuneolinas, junto con la microfauna descrita previamente. (Figura 6.)

Turonense: Las condiciones transgresivas adquieren, en este momento, su mayor amplitud.

Los sedimentos indican el máximo desarrollo del medio inframareal, con microfacies muy uniformes. Se trata de un dominio de plataforma interna-externa, con energía moderada a débil.

Las microfacies más profundas se circunscriben a ambos extremos de la depresión, en los sectores de Llanera e Infiesto-Onís, para ir decreciendo paulatinamente hacia la parte central, culminando en el

CENOMANENSE

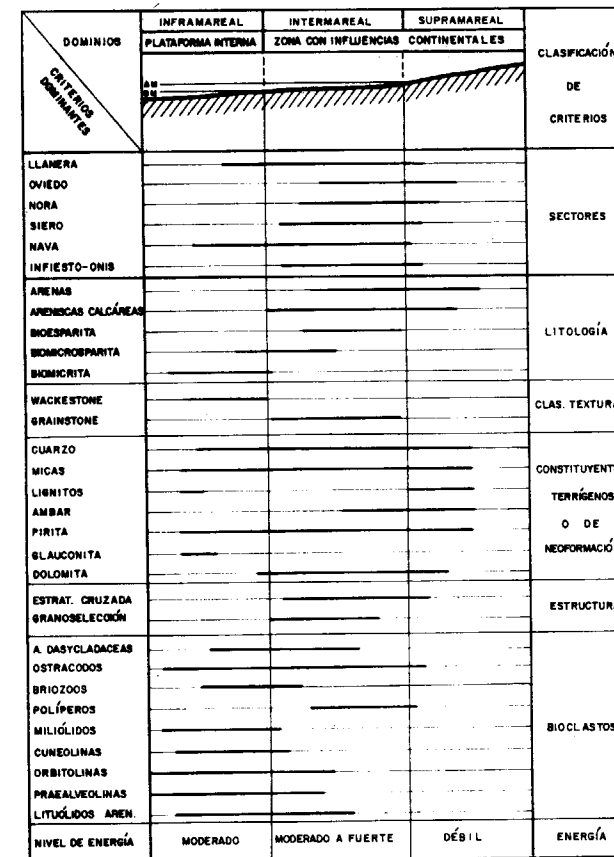


Figura 6

Esquema paleogeográfico del Cenomanense

sector de Siero, donde existe una laguna estratigráfica. Este hecho debe de ser explicado por un movimiento epirogenético positivo restringido a esta

zona central de la cuenca cretácica, probablemente durante el Cenomanense más superior y que también se ha dejado sentir en el Coniaciense.

TURONENSE

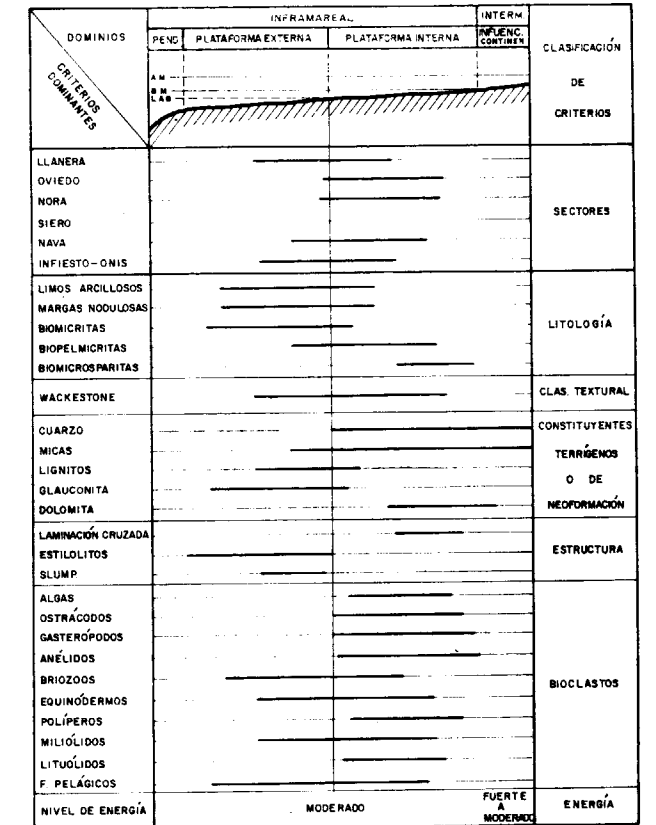


Figura 7

Esquema paleogeográfico del Turonense

El dominio de plataforma interna está representado por biopelmocritas (muy abundantes en los metros basales) y, en los sectores de Oviedo y Nora, alguna biomicrosparita con Algas, Ostrácodos, Gasterópodos, Anélidos, Políperos, Lituólidos y abundantes Foraminíferos pelágicos. Contienen abundante glauconita.

En la plataforma externa se depositan, sobre todo, biomicritas, con un contenido faunístico muy similar al anterior, al que hay que añadir la presencia de algunos Briozoos, radiolas de Equipodermos y Miliólidos. La presencia de glauconita es muy destacable, así como la aparición de algunos estilolitos y estructuras tipo "slump".

La separación entre plataforma interna-externa es imprecisa debido a un solapamiento de los caracteres de ambos dominios. (Figura 7.)

Coniaciense-Santoniense: En el Coniaciense comienza una fase regresiva, con facies del dominio de plataforma interna, llegando, inclusive, al intermareal.

El sector de Siero continúa emergido y, de un modo general, la profundidad es ligeramente superior en el sector noroccidental (Llanera) y sobre todo en el más oriental (Infiesto-Onís).

Sobre este dominio inframareal-intermareal, se sedimentan areniscas calcáreas, bioesparitas, biomicritas y alguna biopelmicrita con abundantes Foraminíferos pelágicos, Políperos, Briozoos, Gasterópodos, Ostrácodos y Algas. En las zonas más periféricas, además de los materiales anteriores,

En el Coniaciense superior-Santoniense, con carácter esporádico, se notan unas tímidas manifestaciones de carácter transgresivo, que marcan a los sedimentos con unos criterios de plataforma interna, fácilmente reconocibles en los sectores de Siero y zona de Infiesto. Presentan los materiales una microfacies de biomicritas y biopelmicrosparitas (calizas wackesone).

A partir de este momento comienza, en toda la cuenca, una fuerte fase regresiva como consecuencia de las movimientos alpinos, retirándose definitivamente al mar y dando paso a una sedimentación de dominio continental, con una edad en los tramos basales del Eoceno superior.

CONIACIENSE				
DOMINIOS	INFRAMAREAL	INTERMAREAL	SUPRAMAREAL	CLASIFICACIÓN
	PLATAFORMA INTERNA	ZONA CON INFLUENCIAS CONTINENTALES		
CRITERIOS DOMINANTES				DE CRITERIOS
	LLANERA			SECTORES
OVIEDO				
NORA				
SIERO				
NAVA				
INFIESTO-ONÍS				
ARENAS				LITOLOGÍA
ARENISCAS CALCÁREAS				
BIOESPARITA				
BIOPELMICRITAS				
BIOMICRITAS				CLAS. TEXTURAL
WACKSTONE				
GRAMSTONE				
CUARZO				CONSTITUYENTES TERRÍGENOS O DE NEOFORMACIÓN
MIGAS				
LIGNITOS				
GLAUCONITA				
DOLOMITA				ESTRUCTURA
ESTILOLITOS				
SLUMP				
ALGAS				BIOCLASTOS
OSTRACODOS				
GASTERÓPODOS				
CORALARIOS				
ANELIDOS				
RUDISTAS				
BRIOZOOS				
POLÍPEROS				
MILIÓLIDOS				
CUNEOLINAS				
F. PELÁGICOS				
NIVEL DE ENERGÍA	MODERADO	MODERADO A FUERTE	DÉBIL	ENERGÍA

Figura 8

Esquema paleogeográfico del Coniaciense-Santoniense

aparecen algunas biomicritas. Todo el conjunto, singularmente en la parte basal, se caracteriza por la gran abundancia de glauconita y micra. (Figura 8.)

BIBLIOGRAFIA SUCINTA

ALMELA, A. y RÍOS, J. M. (1962): *Investigación del Huillero bajo los terrenos Mesozoicos de la costa Cantábrica (zona de Oviedo-Gijón-Villaviciosa-Infiesto)*. Publ. Empresa Nac. Adaro de Inv. Hin., 1 vol., 159 págs., 7 láminas, 1 mapa, 1:50.000, Madrid.

GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. (1968): *Observaciones sobre el conglomerado cretácico asturiano*. Brev. Geol. Astur., IV. Reun. Grupo Esp. Sedim., t. II, págs. 67-77, Oviedo.

GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. y VARGAS ALONSO, I. (1969): *Contribución al conocimiento litoestratigráfico del Cretácico de la zona central de la región asturiana*. Acta Geol. Hisp., t. IV., núm. 5, págs. 131-134, Barcelona.

GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. (1972): *Estudio geológico de la Depresión Mesoterciaria central de Asturias*. Tesis Doctoral Inédita, 5 tomos, 1 map. geol., 1:50.000, cortes, microfacies, varios cuadros, Oviedo.

LLOPIS LLADO, N. (1956): *Sobre el Cretácico de los alrededores de Oviedo*. Mem. Inst. Geol. Min. Esp., t. LVII, páginas 259-300, Madrid.

MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A. (1965): *Rasgos geológicos de la zona oriental de Asturias*. Inst. de Est. Astur., 132 págs., 1 esquema geol., Oviedo.

MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A. y TORRES ALONSO, M. (1968): *Estratigrafía de la Cordillera Cantábrica (zona centro-oriental de la Rodilla Astúrica)*. Doc. Invest. Geol. Geot. (E.T.S.I.M.O.) núm. 6/A, Escuela de Minas, Oviedo.

MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A. y TORRES ALONSO, M. (1968): *Rasgos geológicos y geotécnicos de la zona urbana de Oviedo*. Doc. Invst. Geol. Geot. (E.T.S.I.M.O.) núm. 8/D, Oviedo.

MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A. (1968): *Consideraciones respecto a la zona de fractura ("Falla Cantábrica") que se desarrolla desde Avilés (Asturias) hasta Cervera del Pisuerga (Palencia)*. Act. Geol. Hisp., T. 3, núm. 5, págs. 142-144, Barcelona.

RAMÍREZ DEL POZO, J. (1969): *Nota acerca de la estratigrafía del Cretácico de los alrededores de Infiesto (Asturias)*. Brev. Geol. Astur., año XII, núm. 3, págs. 10-11, Oviedo.

RAMÍREZ DEL POZO, J. (1971): *Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)*. Mem. Inst. Geol. Min. Esp., t. 78, 3 volúmenes, 357 págs, Madrid.

RAMÍREZ DEL POZO, J. (1972): *Algunas precisiones sobre la bioestratigrafía, paleogeografía y micropaleontología del*

Cretácico asturiano (zona de Oviedo-Infiesto-Villaviciosa-Gijón). Bol. Geol. Min., t. 83.2, págs. 122-166, Madrid.

RINCÓN, R. (1969): *Descripción litoestratigráfica de la serie tipo cretácica del valle del Güeña (Oriente de Asturias)*. Brev. Geol. Astur., año 13, núm. 1, págs. 7-10, Oviedo.

TORRES ALONSO, M. (1971): *Estudio geotécnico general de la zona central de Asturias*. Tesis doctoral. Inédita, 9 tomos, 1 map. geol. 1:50.000, cortes, maps. geot. y varios cuadros, Oviedo.

VARGAS ALONSO, I. (1968): *Litoestratigrafía del Cretácico de Nava*. Brev. Geol. Astur., IV Reun. Grupo Esp. Sedim., tomo 2, págs. 79-93, Oviedo.

Recibido: Marzo de 1973.

MINERIA

Perspectiva actual de las mineralizaciones de níquel en las rocas ultrabásicas de Málaga

V. PASTOR GOMEZ (*) y A. SERENO GIL (**)

RESUMEN

Pretende, el presente artículo, hacer públicos, de forma sucinta, la labor realizada y los resultados obtenidos hasta el presente, en la ejecución del ya indicado proyecto, partiendo de los conocimientos generales que se tienen sobre el tipo de yacimientos de que se trata, analizando las características que presentan los indicios conocidos de Sierra Bermeja (Ronda), Sierra Alpujata (Ojén) y Carratraca, y exponiendo finalmente los análisis y estudios de extracción de la mena niquelífera, que permiten abrigar unas esperanzas nunca previstas anteriormente a la investigación del IGME.

Dentro del Plan Nacional de Investigaciones Mineras, uno de los proyectos más interesantes que el IGME tiene en ejecución es el de exploración de las concentraciones niquelíferas de los macizos peridotíticos de la provincia de Málaga.

Las mineralizaciones Ojén y Carratraca estuvieron de actualidad durante las décadas cuarenta y cincuenta, cuando la Comisión Ordenadora de Minerales Estratégicos de Interés Militar hizo intentos de explotación; diversos informes, en gran parte aún inéditos, fueron confeccionados por Rosso de Luna y Febrel Molinero, en relación con el aspecto geológico y minero; Fernández Becerril realizó los correspondientes estudios de concentración de menas. Uno de los autores (V. P. G.), en compañía del actual Ingeniero Jefe de la División de Minería del IGME, Quesada García, tuvo el placer inolvidable de escuchar, en Carratraca, las explicaciones del excelente amigo y compañero que fue Rosso de Luna, recién terminada la carrera, en el verano de 1954.

La presencia de minerales de cromo y níquel en la región ya se conocía del pasado siglo. Al infatigable explorador de la Serranía de Ronda, Domingo Orueta, debemos un magistral "Estudio geológi-

co y petrográfico de la Serranía de Ronda", publicado en 1917.

Recientemente, Hernández Pacheco Rosso de Luna, cuyos apellidos hacen innecesaria toda presentación, ha publicado en la Revista Estudios Geológicos, del Instituto de Investigaciones Geológicas, "Lucas Mallada", un estudio petrográfico y geoquímico del macizo ultramáfico de Ojén.

Desde los últimos meses del año 1971, el IGME está llevando a cabo la ejecución del proyecto de investigación de minerales de cromo y níquel en la Reserva estatal que comprende los macizos ultrabásicos de Ronda, Ojén y Carratraca. Los autores de estas notas han sido sucesivamente directores del Proyecto, por parte de la Administración, y agradecen, en nombre del IGME, la colaboración de las personas que se citan, cuyo entusiasmo y excelente preparación han hecho posible la realización del mismo.

El estudio comparado de macizos ultrabásicos niquelíferos, base de la sistematización de la exploración, y la coordinación de técnicas de prospección ha sido llevada a cabo por Angel Rodríguez Paradinas. El trabajo de campo ha sido llevado a cabo por V. Crespo Lara y J. L. Reyes García, con equipo auxiliar. Los estudios de Petrografía han sido realizados por J. Sagredo Ruiz, J. L. Brändle Matanzas, A. Hernández Pacheco, M. Muñoz García, I. Cerqueira Mendes, E. Ibarrola Muñoz, A. Apa-

ricio Yagüe, M. Vallejo Haya, J. de la Fuente Samaniego, bajo la supervisión y dirección del Profesor Dr. Fúster Casas y el Dr. Aguilar Tomás. La campaña experimental de mineralometría y geoquímica ha estado confiada a R. Campos-Guinart, J. M. León Lozano, C. Luaces Pérez, J. M. Sigüenza Amichis y C. Vaquero Nazábal, bajo la dirección y supervisión de J. E. Azcárate Martín.

El IGME agradece igualmente las autorizaciones y facilidades dadas amablemente por la Sección de Minas de la Delegación de Málaga del Ministerio de Industria (en particular a su Ingeniero Jefe, don Rafael Campos Moreno), por ICONA y por UNION RESINERA ESPAÑOLA.

En líneas generales, las concentraciones económicamente explotables de minerales de níquel, que se trabajan en el mundo, pueden simplificarse a dos tipos:

— Yacimientos primarios de sulfuros más o menos complejos, tipo Sudbury.

— Yacimientos secundarios oxidados y sus concentraciones residuales, tipo Cuba y Nueva Caledonia.

Como excepción, se suele considerar la asociación de niquelina, o arseniuro de níquel, con cromita, que se presenta en los macizos ultrabásicos de Carratraca y Ojén, en la provincia de Málaga, cuyo interés económico aún está por demostrar.

La paragénesis más frecuente de los yacimientos de sulfuros es pentlandita-pirrotina-calcopirita, donde la primera es el sulfuro de níquel (y hierro) más abundante. Esta mena parece ir asociada, en forma quizá aún no muy clara, a rocas básicas de tipo gabros/noritas o intermedias, donde se presenta más o menos finamente diseminada, en cuerpos de grandes dimensiones, o concentrada en cuerpos de dimensiones más bien pequeñas; menos frecuente es su asociación con masas ultrabásicas donde, de encontrarse diseminación se podría esperar una elevación residual del contenido en sulfuros, como consecuencia de la serpentinización. La paragénesis antes citada puede contener gran cantidad de elementos, como Ni, Cu, Co, Fe, Ag, Au, Pt y los de su grupo, Se y Te.

Los yacimientos secundarios se forman por meteorización química de ultrabásitas, y, en especial, de las serpentinadas, y constituyen morfológicamente coberteras de carácter eluvial (lateritas in situ) o acumulaciones coluviales o aluviales (lateritas re-depositadas). Los minerales de níquel son óxidos y silicatos, de los que el más conocido es la garnierita,

o silicato hidratado de Mg y Ni cuyo color verde es muy llamativo y su tono parece ser directamente proporcional al contenido en níquel; desgraciadamente, este color se puede confundir fácilmente con el de minerales oxidados de cobre y hierro, por lo menos, que tan abundantes son. Aunque, naturalmente, es muy variable, una composición relativamente normal de este tipo de lateritas es: 15 por 100 a 45 por 100 Fe, 1 por 100 Ni, 1 por 100 a 2 por 100 de óxido de cromo y 0,04 por 100 a 0,11 por 100 Co.

Este segundo tipo de yacimientos constituyen fuentes potenciales de minerales de fácil explotación, y están pasando a convertirse en reservas; de hecho, ya se benefician, aunque presentan todavía determinados problemas, no del todo resueltos, como son la economía y eficiente recuperación, tanto del níquel contenido como de todos los sub-productos y coproductos.

Basándonos en esta breve exposición, vamos a analizar de forma general las características que presentan los indicios conocidos de las Sierras Bermeja (Ronda) y Alpujata (Ojén), especialmente, aunque las conclusiones pueden aplicarse también a los de Carratraca, que se han estudiado de forma menos intensa. Dichos indicios se localizan de preferencia en las porciones occidentales de los correspondientes macizos peridotíticos.

En la zona de Ojén, el mayor número corresponde, más bien, a indicios de cromita sin interés por sus escasas dimensiones; los de cierto interés quedan reducidos a La Gallega, Mina Baeza y El Nebral, todos ellos con antiguas explotaciones. En las escombreras de la primera se observan con claridad la presencia de niquelina, que según estudios al microscopio, rellena los intersticios entre granos de cromita; no así en Mina Baeza y El Nebral, donde la asociación que se observa a simple vista es la de cromita (u otra espinela) y un minera verde que suponemos sea garnierita. En los tres casos se trata de concentraciones de morfología filoniana, sobre los que teníamos grandes dudas en cuanto a su interés económico.

Más interés concedíamos a las concentraciones de minerales de oxidación, a buscar en los posibles restos de coberteras, sobre las peridotitas, y en las proximidades de los contactos de estas rocas con las sedimentarias encajantes. Este es el caso, concretamente, del contacto meridional donde se presenta un horizonte de oxidación con potencia de veinte a treinta metros y corrida de varios kilómetros que, en el punto denominado Casas de Juana

(*) Dr. Ingeniero de Minas Jefe del Departamento de Estudios Geológicos del IGME.

(**) Dr. Ingeniero de Minas Jefe del Departamento de Investigaciones Mineras del IGME.

Díaz, dio lugar antiguamente a intentos de explotación de galena y esfalerita.

En el macizo de Ronda existen cierto número de indicios, sempre relacionados con horizontes de oxidación y en las proximidades de los contactos con los neises encajantes, que pudieran presentar algún interés por níquel si los análisis químicos fueran positivos; los restantes tienen un remoto interés por cobre, ya que en general se trata de carbonatos de cobre rellenando diaclasas, y más remoto aún por níquel, basado simplemente en que los posibles yacimientos primarios de sulfuro de cobre, asociados a rocas ultrabásicas, contienen también normalmente pentlandita, aunque esta asociación diste mucho de ser siempre rentable.

Por otra parte, varios cientos de muestras tomadas en las ultrabasitas han dado un contenido en níquel normal, desde el punto de vista geoquímico, con máximos del orden de 0,27 por 100; peridotitas con esta ley han venido considerándose como mena potencial que quizá algún día pudiera llegarse a explotar, si ello fuera necesario, pero que aún plantea muchos problemas debido a que se suponía tradicionalmente que el metal se encuentra en la red cristalina del olivino y otros silicatos; sin embargo, en la Serranía de Ronda, rocas de mayor contenido en olivino no han dado mayor ley en níquel.

En Carratraca, las minas de San Juan y el Inglés parece haber dado la paragénesis pirrotina-pentlandita-cacopirita, con niquelina, piritita y cromita. En Sierra Bermeja también se han observado sulfuros en varios puntos.

Basada en el estudio geológico y minero de las masas de ultrabasitas y de sus indicios y la aplicación de criterios deducidos de la formación bibliográfica de morfología y génesis de los yacimientos de todo el mundo, y en particular de los que se encuentran en explotación, se hizo una selección de áreas cuyas características superficiales y semejanzas con aquéllos permitían abrigar mayores esperanzas de potenciales concentraciones niquelíferas, factibles de explotación con rendimiento económico. Claro es que los indicios conocidos, y en particular los filonianos, se han tenido muy en cuenta por su indudable significado como indicadores de áreas de mayor esperanza de presencia de mineralizaciones diseminadas en grandes volúmenes de roca, que permiten su explotación económica pese a una baja ley.

Si se tiene en cuenta que los macizos ultrabásicos de Málaga tienen una extensión de unos 700

kilómetros cuadrados, puede comprenderse que las áreas seleccionadas no tienen por qué ser las únicas con posibilidades, sino simplemente aquéllas que atraen la atención en primer lugar, por las características antes mencionadas, y dentro de la sistemática de exploración utilizada.

Así, por ejemplo hasta el presente, el mayor esfuerzo de investigación se ha centrado en el macizo de Ojén, en virtud de nuestro mejor conocimiento de él, de que presente el mayor y más interesante número de indicios, y de que acuse una fuerte serpentinización, que puede ser muy favorable a una elevación del contenido en níquel, según dijimos anteriormente. Pero la labor de exploración ha estado extendida también al macizo de Ronda y a la zona de Mijas; concretamente, en el primero, dada la falta de interés de sus indicios, lo abrupto del terreno y la escasa red de caminos se ha preferido realizar una detenida campaña de exploración geológica y de prospección geoquímica general, además de la prospección aeromagnética que se ha llevado a cabo en la totalidad de la Reserva.

Es decir, que prácticamente el primer objetivo de la exploración ha sido el de localización de grandes volúmenes de serpentinitas, y sus productos de alteración, que pudieran contener leyes explotables de níquel, teniendo en cuenta que actualmente se benefician en el mundo zafros con un contenido del orden del 0,20 por 100 de sulfuros de níquel (en Vuonos, Finlandia) y pentlanditas con 0,15 por 100 de metal.

La escala 1: 50.000 original de la cartografía geológica se ha aumentado a 1: 25.000, debido a que el estudio geológico-minero así lo ha aconsejado, por haber puesto en evidencia fenómenos geológicos de interés que habían pasado inadvertidos en la cartografía general, y por la conveniencia de nuevos trabajos de campo para obtener información complementaria para el mejor conocimiento de la evolución geológica de los macizos ultrabásicos, y la más exacta delimitación de sus contactos.

La geoquímica táctica se ha centrado en las siguientes zonas, con toma de muestras en el número que se indica:

Colmenar	411
Mina Baeza	517
La Gallega	758
Lentisco... ..	425
Linarejos	368
Nebral	703

Las conclusiones, a la vista de los resultados de análisis y de la interpretación, han sido:

— fondo geoquímico anormalmente alto (2.900 ppm) que, en varias zonas, alcanzan incluso las 3.500 a 4.500 ppm. Indica la presencia de una diseminación general común a todos los dispositivos replanteados;

— escasa relación aparente de las anomalías con la topografía;

— direcciones preferentes NS y EO;

— conveniencia de ampliación de las redes de geoquímica.

Al llegar a este punto, se planteaba de nuevo el problema sobre la forma en que el níquel se encuentra en las rocas ultrabásicas de Málaga. En relación con él, dice Routhier (1963): "Se admitía hasta hace poco que la mayor parte del níquel contenido en peridotitas y serpentinas estaba "camuflado", reemplazando el magnesio de los silicatos. La realidad parece hoy menos simple; tomemos como ejemplo las serpentinas del Norte de Córcega. En ellas, casi la mitad del níquel está finamente distribuido, bajo formas de silicatos o "de inclusiones irrecuperables en los silicatos". Pero el resto se presenta bajo forma de finas inclusiones de sulfuros. Estos sulfuros se presentan, en general, en finas venículas serpentinizadas y su deposición parece ligada a la fase de autohidratación".

Durante los ensayos, por vía química, del níquel contenido en las muestras de suelos de las redes geoquímicas, se observó un hecho que ha influido fundamentalmente en la orientación de la investigación.

Se han seguido dos métodos analíticos: Por el primero, en cápsula de platino se ataca un gramo de muestra con agua regia, y se evapora a sequedad; se añade a continuación una mezcla de ácido nítrico y perclórico, con fluorhídrico, y se evapora de nuevo a sequedad; finalmente, se extrae el metal con ácido clorhídrico diluido, se lleva a volumen y se hacen las medidas, en las condiciones adecuadas, por EAA. Este método asegura el completo ataque de las muestras, tanto si el níquel se encuentra en forma de silicatos como si está en cualquiera otra forma mineral.

Por el segundo método, se ataca un gramo de muestra con agua regia, en vaso de precipitado; se diluye con agua destilada; se filtra, se lleva el filtrado a volumen, y se analiza por EAA, de igual forma que en el método anterior y *simultáneamente* con el mismo.

Pues bien, al comparar los resultados obtenidos

por ambos métodos, se observó que la extracción conseguida por el segundo superaba siempre el 90 por 100 de los valores que daba el primero; lo que, en definitiva, supone que, al menos en las muestras de suelos analizadas, el níquel se encuentra formando parte de la red silicatada en una proporción inferior al 10 por 100. En caso contrario, no hubiese sido extraído más que por destrucción de dichos silicatos mediante la acción del ácido fluorhídrico.

En esta idea, se intentó una lixiviación con ácido sulfúrico al 15 por 100 v/v, inyectando, durante diez, veinte y sesenta minutos, una corriente de aire frío con flujo aproximado de 1 litro/minuto. Las extracciones más completas (siempre superiores al 80 por 100) se lograron en el tercer caso, es decir con sesenta minutos de inyección.

Puesto que estos ensayos se habían efectuado sobre muestras de suelos, y cabía pensar que la meteorización podría haber liberado níquel por hidrólisis de los silicatos (olivino especialmente), se decidió realizar nuevas pruebas con muestras de peridotitas y serpentinitas de las menos alteradas.

Por su interés, resumimos los resultados alcanzados bajo diferentes condicionantes, de las muestras que se citan:

a) *Muestras.*

Saco núm. 6 MBOH muestras A-1, D-1, C-2, L-1, serpentinas.

Saco núm. 7. MBRH muestras 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, peridotitas.

Saco núm. 8 MBOH muestras A-2, B-1, B-2, C-1, D-2, serpentinas.

Molido de todas estas muestras hasta pasar por el tamiz de 0,26 mm de luz.

b) *Análisis.*

Análisis químico con fluorhídrico y determinación por EAA de todas las muestras, con los resultados que indica la tabla:

Muestra	ppm	Muestra	ppm	Muestra	ppm
A-1	2400	1	1950	A-1	4000
D-1	2625	2	2220	B-1	2625
C-2	2650	3	2199	B-2	2630
L-1	2685	5	2080	C-1	2965
		6	2250	D-2	2600
		7	2100		
		9	2110		
		10	2200		

c) *Ensayos de la influencia de la concentración de ácido.*

Una vez analizadas las muestras, se realizaron ensayos de extracción con ácido sulfúrico a diferentes concentraciones, para determinar la concentración de extracción óptima, cuyos resultados se muestran en la tabla siguiente, en relación con los realizados sobre la muestra núm. 3 del saco número 7:

Ensayo	Ni ppm	% extracción
Anál. quím.	2100	—
SO ₄ H ₂ 5 % v/v	958	45
SO ₄ H ₂ 10 % v/v	1237	59
SO ₄ H ₂ 15 % v/v	1931	92
SO ₄ H ₂ 20 % v/v	1515	72
SO ₄ H ₂ 25 % v/v	1491	71

Los ensayos se realizaron siempre sobre muestras de 10 gr. y 200 cc de disolución. En todos los casos, el tiempo de paso de aire caliente fue de veinte minutos, y la velocidad de flujo, de 1 litro/minuto; el tiempo de reposo fue de veinticuatro horas.

d) *Ensayos de la influencia del tiempo de oxidación.*

Para estudiar la influencia del tiempo de oxidación, se realizaron dos variantes; una, manteniendo el tiempo de decantación en tres horas; otra, en veinticuatro. Los resultados, que se indican en la siguiente tabla, se refieren a tres muestras: la D-1, del saco núm. 6, la núm. 6 del saco núm. 7, y la B-1, del saco núm. 8, siempre con 200 ml de disolución de ácido sulfúrico al 15 por 100 v/v.

Se intentó un aumento de la oxidación sobre la muestra B-1, del saco núm. 8, por adición de agua oxigenada a la disolución, pero los resultados obtenidos no fueron superiores a los obtenidos solamente con ácido sulfúrico al 15 por 100 y veinticuatro horas de decantación.

Ensayo	Saco núm. 6		Saco núm. 7		Saco núm. 8	
	muestra D-1		muestra núm. 6		muestra B-1	
	Ni ppm	% estr.	Ni ppm	% estr.	Ni ppm	% estr.
Análisis químico	2625	—	2250	—	2625	—
20 mín 3 h	1027	39	876	39	1930	73
60 mín 3 h	1123	43	890	39	1965	75
20 mín 24 h	1827	70	1123	50	2394	91
60 mín 24 h	1830	70	1123	50	2395	91

e) *Discusión de los resultados hidrometalúrgicos.*

— Las muestras estudiadas han sido serpentinitas (indicativo MBO) y peridotitas (indicativo MBR).

— La concentración de ácido alcanza un punto óptimo de lixiviación, que es el 15 por 100 v/v. Es muy posible que la correspondiente inflexión se deba a malas condiciones de experimentación, como agitación defectuosa o cualquiera otra, que podría dar lugar a que, en un momento dado, por aumento de la viscosidad de la disolución, las velocidades de líquido y sólido (disolución y soluto) sean iguales y que, por lo tanto, baje el rendimiento de lixiviación; esto no podría ocurrir en una columna apropiada en contracorriente.

— El tiempo de reposo, después de la oxidación, influye en la lixiviación; pero, igual que en el caso anterior, este factor se podría suprimir empleando unas condiciones ambientales adecuadas.

— Las serpentinitas se lixivian con mayor facilidad que las peridotitas.

— En algunas muestras, tanto serpentinitas como peridotitas, el tiempo de reposo no influye en la lixiviación; lo que permite sospechar que se trata de menos muy oxidadas, que facilitan la lixiviación. Por otra parte, la diferencia de metal extraído, en algunas de ellas, es muy grande en ambos casos; lo que podría indicar que el níquel se encuentra más bien en forma de sulfuro, en gran parte.

Todos estos ensayos vienen a confirmar lo indicado por Routhier, según la cita que copiamos en páginas anteriores. No obstante, el IGME, con la colaboración de los laboratorios de Griffith-Iturribarria, S. A., de la Junta de Energía Nuclear y del propio Instituto, procede actualmente a realizar los correspondientes estudios paralelos sobre muestras molidas y homogeneizadas, que permitan confirmar plenamente la veracidad del importante hallazgo que supone la posibilidad de extracción del níquel contenido en las rocas ultrabásicas de los macizos malagueños.

Mercado de la barita

IGME. DIVISIÓN DE MINERÍA

RESUMEN

Se hace un análisis de las características de mercado de los minerales y concentrados de Baritas, valoración de las mismas, contratos internacionales de compra-venta y mecanismos de fijación de los precios.

RESUME

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

1. MODELO DE CONSUMO

El estudio del mercado de la barita, requiere una delimitación previa de los porcentajes de consumo por industrias, ya que las calidades y los precios de los minerales están en función de la utilización que vaya a hacerse de los mismos.

Los cinco países más importantes en cuanto a volumen de producción de barita, son por orden de magnitud, y para el año 70, los siguientes:

Producción de baritas en t.

USA	856.300
Alemania F.	412.600
Méjico	320.000 (e)
URSS	280.000 (e)
Italia	223.000
Grecia	103.000

Total mundial ... 3.879.400 (e)

Fuente: US Bureau of Mines.

(e): valor estimado.

Es necesario precisar que este orden está basado en el volumen de producción, pero no en el valor de aquel volumen. Si la clasificación se estableciera sobre un criterio de valor la ordenación

de los países sería distinta, ya que el valor de la producción está en función de las distintas calidades.

La gran diferencia existente en el nivel de desarrollo y condiciones geológicas de los distintos países condiciona las proporciones en que los diversos sectores utilizan la barita.

Este es el motivo principal por el que se hace necesaria la presentación de dos modelos de consumo: uno para USA y otro para el resto del mundo. La comparación permite así obtener una mayor perspectiva de las peculiaridades de este mineral.

USA, que además de ser el mayor país productor es también el mayor país consumidor, presenta el siguiente modelo de consumo para los años comprendidos entre 1966 y 1970.

Como puede verse en la tabla, sólo el sector petrolífero consume más que el resto de las industrias. Esto explica la gran influencia que ejerce este sector sobre la producción de barita, obligando en muchos casos a que esta producción siga las fluctuaciones de la demanda.

Sin embargo, en el resto del mundo esta diferencia en cuanto al consumo no se ve tan marcada,

Modelo de consumo USA, en por 100.

	1966	1967	1968	1969	1970
Industrias químicas	14	13	13	11	10
Industria del vidrio	5	6	5	5	5
Industria de las pinturas	5	5	5	4	3
Industria petrolífera	73	73	73	77	77
Otros	3	3	4	3	6
	100	100	100	100	100

Fuente: US Bureau of Mines.

siendo la distribución para los países no comunistas y para el año 1970, como sigue:

Modelo de consumo mundial, excluida USA, en por 100.

Industrias químicas	40
Industria del vidrio	12
Industria de las pinturas	10
Industria petrolífera... ..	33
Otros	5
	100

De la comparación a grandes rasgos de ambos modelos se deduce que los porcentajes medios por industrias son los siguientes:

Consumo mundial de barita por usos finales.

	Industrias petrolíferas	Otras industrias
USA	77 %	23 %
Resto del mundo	33 %	67 %
Porcentaje medio	55 %	45 %

Estos modelos de consumo van a permitir ponderar adecuadamente la influencia que las distintas calidades y precios ejercerán sobre el mercado, para una sustancia de las características de la tratada.

2. MERCADO DE LA BARITA.

Como puede deducirse de todo lo expuesto anteriormente, el mercado de la barita, está en función de las condiciones de la demanda de los 4 sectores más importantes que la consumen.

Dada la gran cantidad de reservas existentes, su

fácil explotación y su amplia distribución en toda la geografía mundial, esta sustancia resulta un material barato en boca-mina. Sin embargo, tras fáciles procesos de beneficio, es apto para múltiples procesos industriales.

En un tipo de material con las características de la barita, son condiciones externas tales como, el lavado, la granulometría, la forma de presentación y el transporte, las que juegan un papel tan importante, o más, que el precio en bruto de la mercancía, llegando en algunos casos a superar con creces dicho precio en bruto.

A continuación se va a pasar a analizar más a fondo todas aquellas circunstancias que concurren en la existencia de los distintos precios, separando por un lado aquéllos que pueden ser considerados como factores externos y por otro aquellas calidades que se exigen de la barita.

2.1. Factores que influyen en el precio.

Existen dos factores importantes que influyen en el precio de la barita, sustancia que, en cuanto a calidad, puede ser consumida casi tal y como sale de la mina. Estos son:

- Forma de entrega.
- Transporte.

A) Forma de entrega: La barita se vende (venta siempre condicionada por los usos finales que van a hacerse de esta sustancia):

- en bruto;
- en fragmento regulares;
- molido de mayor o menor cribado.

Para su entrega puede ser presentada:

- a granel;
- en bolsas de diferentes pesos.

El uso de las bolsas se aplica generalmente al

polvo de molido muy fino, y el valor de estas bolsas se aumenta al precio real del mineral.

B) El transporte resulta fundamental en la compra-venta de esta sustancia, llegando a darse el caso de que algunas plantas compran material de peor calidad, pero que se encuentra próximo, resultando así más barato aún después de pagar los costes de beneficio.

El transporte de la barita puede ser realizado por barco, en camiones o por ferrocarril; y en bolsas o a granel.

El medio más barato de transporte es el barco, y la diferencia con los costes de su transporte en camiones es tal que permite, por ejemplo, a la barita de Nueva Escocia competir con los materiales interiores USA en las costas Atlánticas de este país.

Si bien resulta más barato el transporte a granel de esta sustancia, muchas veces materiales más delicados, o molidos más finos, imponen su transporte en bolsas, cuya capacidad es generalmente de 100 lb.

2.2. Calidades.

No han sido formuladas hasta el momento unas calidades standar para la barita. Sin embargo, y en función del uso que va a hacerse de ellas, son vendidas bajo diferentes formas.

El factor de su uso final es tan importante, que se ha llegado a adoptar el sistema de que cada industria defina directamente sus propias especificaciones o condiciones.

Estas especificaciones mínimas exigidas por los distintos sectores son las siguientes:

a) La industria petrolífera:

Los perforadores requieren que los lodos de sondeo que se empleen en la perforación de pozos petrolíferos sean: pesados, químicamente inertes y estén molidos muy finos.

Debido a ello, la barita que se utilice como lodos deben de tener las condiciones mínimas que se expresan a continuación:

- mínimo 92 por 100 de BaSO₄;
- máximo 0,1 por 100 de sales solubles;
- mínimo 4,2 de peso específico;
- 90/95 por 100 de material molido a menos de 325 mesh;
- son admisibles pequeños porcentajes de Fe₂O₃.

b) Las industrias químicas:

Dado que la variedad de compuestos químicos a que da lugar la barita es muy amplia, aquella que se va a utilizar para la fabricación de pro-

ductos químicos debe poseer especificaciones más rigurosas.

A continuación se enumeran las condiciones mínimas requeridas para todos ellos:

- mínimo 94 por 100 de BaSO₄;
- máximo 1 por 100 de Fe₂O₃;
- máximo 1 por 100 de SrSO₄;
- proporciones muy pequeñas de fluorina;
- molido 4/20 mesh.

El tamaño del molido depende mucho del consumidor, y no es raro el que algunos de ellos compren el material en fragmentos con el fin de molerlo ellos mismos hasta lograr el tamaño idóneo para sus procesos.

c) La industria del vidrio:

Las condiciones más destacables requeridas por este sector para la utilización en sus procesos son las siguientes:

- mínimo 98 por 100 de BaSO₄;
- máximo 1,5 por 100 de SiO₂;
- máximo 0,15 por 100 de Al₂O₃;
- máximo 0,15 por 100 de Fe₂O₃;
- molido 30/140 mesh.

La impureza más objetable para su uso en vidrios es el Fe, ya que colorea a la masa, lo cual es siempre indeseable para este material.

En cuanto al tamaño del molido, no suele desearse un cribado demasiado fino, ya que de esta forma el material tiende a aglomerarse dificultando la mezcla en las masas fundentes.

d) La industria de las pinturas:

Las especificaciones para las baritas que se utilizan en las masillas y en los emplastes son menos estrictas que en todos los casos anteriores, siendo muchas veces el molido la característica más importante de ellos.

Tan sólo en el caso de los pigmentos se imponen a la barita una exigencias mínimas, que son las siguientes:

- mínimo 95 por 100 de BaSO₄;
- molido inferior a 200 mesh;
- alto grado de color blanco y brillo reflectante.

A continuación se incluyen las calidades tal y como se cotizan actualmente en los mercados americanos y europeo.

CALIDADES DE LA BARITA EN USA.

- En bruto.
 - importada de grado para lodos 4,2/4,3 peso específico, por tonelada corta.

- CIF puerto del Golfo.
- CIF Canadá.

— Grado químico y para vidrio.

- Escogida a mano, mín. 95 por 100 BaSO₄, máx. 1 por 100 Fe en lotes de camiones, por tonelada corta, FOB.
- Magnetita o de flotación, mín. 96 por 100 BaSO₄, máx. 0,5 por 100 Fe, en lotes de camiones, por tonelada corta. FOB.

• Molidos.

- En húmedo, mín. 99,5 por 100 BaSO₄, a 325 mesh, en bolsas de 50 lb, en lotes de camiones, por tonelada corta, FOB.
- En seco, de grado para lodos, 83/93 por 100 BaSO₄, 3/12 por 100 Fe, 4, 2/4, 3 peso específico, en lotes de camiones, por tonelada corta, FOB.
- Importada, 4, 2/4, 3 peso específico, por tonelada corta, FOB.

CALIDADES DE LAS BARITAS EN U.K. (REINO UNIDO).

• En bruto.

- Importada, en fragmentos, 90/98 por 100 BaSO₄, a granel, por tonelada, CIF.

• Molidas.

- Importada, blanca, de grado para pinturas 96/98 por 100 BaSO₄, mín. 99 por 100 a 240 mesh en lotes de 10 t, por tonelada, D-UK.
- Importada de Marruecos, de grado para lodos mín. 4,2 peso específico, por tonelada, CIF punto de embarque.

• Micronizada.

Precio de las baritas, FOB punto de embarque, en lotes de camión y en \$ por tonelada corta

	1963	1967	1969	1971
• En bruto.				
— Importada, de grado para lodos 4.2/4, 3 peso específico, CIF puertos del Golfo ...	11-14	10-14	10-19	17-20
— Grado químico y para vidrio.				
• Escogida a mano, mín. 95 por 100 BaSO ₄ , máx. 1 por 100 Fe ...	18,50	18,50-20,50	20-20,50	22,50-24,50
• Magnética o de flotación, mín. 96 por 100 BaSO ₄ , máx. 0,5 por 100 Fe ...	19-23,50	19-24,50	25-26,50	26-26,50
• Molidos.				
— Molida en húmedo, mín. 95 por 100 BaSO ₄ , 325 mesh, en bolsas 50 lb ...	45-49	45-49	45-49	55-78
— Molida en seco, grado para lodos, 83/93 por 100 BaSO ₄ , 3/12 por 100 Fe, 4, 2/4, 3 peso específico ...	26,75	23,26	23-34	33-40

- Mín. 99 por 100 molido inferior a 20 M, por tonelada, D-UK.

3. PRECIOS.

El precio para la compra-venta de este mineral se fija mediante un acuerdo directo entre comprador y vendedor, no existiendo ningún modelo establecido que sirva de base para estas transacciones.

Dado que la barita en bruto es un mineral barato, en el precio total de mercado van a estar reflejados todos los gastos externos, como son explotación y beneficio, transporte, tarifas de regulación y posibilidad de aprovisionamiento exterior. Influyen hasta tal punto estos factores, que pueden llegar a determinar el que un yacimiento de barita no sea explotado.

Los precios de la barita en bruto, es decir, tal como sale de la mina, han permanecido relativamente estables a lo largo de los últimos años, siendo sólo afectados por las mejoras en el molido y la presentación del material. Sirvan como orientación de la estabilidad de estos precios los siguientes cuadros en los que se muestran las cotizaciones alcanzadas en USA a lo largo de diferentes períodos, para los tres grados más importantes de barita.

	\$ por tonelada corta	
	1948	1958
En bruto ...	9-10	16-18
Molido para lodos de sondeo	17	26-75
Molido en húmedo, en bolsas	35	45-49

Los precios alcanzados por los distintos grados de barita en el mercado USA, han sido los siguientes:

Comparación de los valores FOB y CIF para la barita, \$ por tonelada corta

	Grecia		Marruecos		Perú		Eire	
	FOB	CIF	FOB	CIF	FOB	CIF	FOB	CIF
1966 ...	10,00	7,60	9,73	—	8,72	10,25	7,59	7,55
1967 ...	8,20	8,30	10,29	10,10	—	10,30	7,98	7,60
1968 ...	8,28	8,31	10,00	10,52	8,55	10,00	6,86	7,63
1969 ...	9,92	9,84	10,29	10,68	8,63	9,81	7,60	7,56
1970 ...	10,20	9,47	10,10	10,50	—	9,60	7,95	7,56

Los precios medios alcanzados por la barita en bruto, importada en USA y excluidas las tasas aduaneras para el período 1966/1970, son los siguientes:

Precio medio anual en USA para la barita importada en bruto, \$ por tonelada corta

	FOB	CIF
1966 ...	13,80	7,10
1967 ...	13,10	7,98
1968 ...	13,48	6,44
1969 ...	14,00	7,90
1970 ...	—	8,40

Anteriormente se expuso una tabla en la que se compara el precio medio FOB declarado en el país de origen de la barita y el valor CIF declarado en USA.

Estas anomalías aparentes se derivan de las características internas del comercio exterior, que emplea en muchos casos contratos a largo plazo y desvirtúan aparentemente este tipo de datos.

En el caso de Méjico, cuyos precios CIF y FOB se incluyen a continuación, estas divergencias son

notables y sólo pueden tener como explicación la dada para los casos anteriores.

Méjico. \$ por tonelada corta.

Las estadísticas de comercio exterior no hacen distinción entre los diferentes grados de barita, con lo cual es muy difícil emitir conclusiones sobre los valores reales alcanzados por esta sustancia.

En el caso de UK, país que fue hace unos años gran productor y que por razones de calidad de sus productos ha dejado de serlo, las necesidades de su demanda, obligan a la importación de grandes cantidades de mineral bruto procedentes de países como Marruecos y España. Los precios publicados para el período 1967/1971 son los siguientes:

Precios de las baritas en UK, £ por tonelada larga

	1967	1969	1971
Molida, blanca, grado para pinturas 96/98 por 100 BaSO ₄ , mín. 99 por 100 molido, 350 mesh, lotes 1/2 t, D-UK ...	24,5-27	24,5-27	29-32
Micronizada:			
mín. 99 por 100 molido a 20 M, D-UK ...	34,5	34,5	41
En bruto:			
90/98 por 100 BaSO ₄ , a granel CIF ...	8-12	11-15	8-11
De grado para lodos (1):			
molido, 4,2 peso específico, FOB ...	—	30-35	36-40

(1) Esta calidad está cotizada siempre en \$ USA.

A continuación se incluyen los cuadros con las cotizaciones actuales alcanzados por la barita en todos sus grados dentro de los mercados de

Nueva York y de Londres, así como en pesetas por unidad métrica.

BARITA (1).

En bruto.

— Grado químico y para vidrio.

- Escogido a mano, mín. 95 por 100 SO₄Ba, máx. 1 por 100 Fe, en lotes de camiones
- Magnéticas o de flotación, mín. 96 por 100 SO₄Ba, máx. 0,5 por 100 Fe, en lotes de camiones

— Importada, de grado para lodos, 4,2/4,3 peso específico

— Importada, en fragmentos, 90/98 por 100 SO₄Ba, a granel

BARITA (2).

Molido

— En húmedo, mín. 99,5 por 100 SO₄Ba, a 325 mesh, en bolsas de 50 lb, en lotes de camiones

— En seco, de grado para lodos, 83/93 por 100 SO₄Ba, 3/12 por 100 Fe, 4,2/4,3 peso específico, en lotes de camiones

— Importada 4,2/4,3 peso específico

— Importado, blanco de grado para pinturas, 96/98 por 100 SO₄Ba, mín. 99 por 100 a 240 mesh, en lotes de 10 t

— Marroquí, de grado para lodos, mín. 4,2 peso específico

Micronizada:

mín. 99 por 100 más fino de 20 M

Unidad	Mercado	Precio
N	st	22,50-24,50 \$ FOB
N	st	29,50-34,45 \$ FOB
N	st	14-18 \$ CIF-Golfo
N	st	15 \$ CIF-Canadá
L	t	8-11 £ CIF

Mercado	Unidad	Precio
N	st	55-78 \$ FOB
N	st	37-44 \$ FOB
N	st	37-44 \$ FOB
L	t	40 £ D-UK
L	t	12-14 £ CIF-p. e.
L	t	51 £ D-UK

BARITA (1)

En bruto:

Grado químico y para vidrio:

• Escogida a mano, mín. 95 por 100 SO₄Ba, máx. 1 por 100 Fe, en lotes de camiones... .. t 1.389-1.513

• Magnética o de flotación, mínimo 96 por 100 SO₄Ba, máx. 0,5 por 100 Fe, lotes de camiones t 1.821-2.127

Importada d grado para lodos 4,2/4,3 peso específico ... t 864-1.111

Importada, n fragmento, 90/98 por 100 SO₄Ba, a granel ... t 1.152-1.584

BARITA (2).

Molida:

En húmedo, mín. 99,5 por 100 SO₄Ba, a 325 msh, en bolsas de 50 lb, en lotes de camiones t 3.396-4.816

En seco, de grado para lodos, 83/93 por 100 SO₄Ba, 3/12 por 100 Fe, 4,2/4,3 peso específico, en lotes de camiones ... t 2.284-2.717

Importada 4,2/4,3 peso específico t 1.914

Importada, blanca de grado para pinturas, 96/98 por 100 SO₄Ba, mín. 99 por 100 a 240 mesh, en lotes de 10 t t 5.760

Unidad	Precio pts.
t	1.728-2.016
t	7.344

4. TASAS.

Las tasas de importación que hacen pagar los diferentes países para la barita varían notablemente de unos a otros, dándose el caso de que en algunos de ellos sólo pagan estos derechos los compuestos químicos de bario y no la barita.

Para que sirva de referencia, se incluyen a continuación las tarifas que deben pagarse en los países importadores más importantes.

USA.

Las tasas de importación tanto para las baritas en bruto como para las molidas, se han ido reduciendo progresivamente a lo largo de los últimos años.

Tarifas aduaneras para la barita en \$ por tonelada larga

	En bruto	Molida
1960-65	2,55	6,50
1968	2,29	5,85
1969	2,04	5,20
1970	1,78	4,55
1971	1,53	3,90

Los compuestos químicos han sufrido un proceso análogo de reducción en sus arenceles, habien-

do llegado a anularse en algunos de ellos, como en el carbonato de bario natural.

JAPON.

Relación en por 100 de las tasas para la barita

En Polvo:

	General	GATT	Preferente	Temporal
mín. 96 por 100 de sustancias insolubles en clorhídrico calculado en peso seco ...	20	10	libre	10
otros	10	5	libre	5
Otras presentaciones... ..	libre	libre		

UK.

Relación en 100 de las tasas para la barita

	De la Commonwealth	Del resto del mundo
En bruto... ..	libre	6
Molida	libre	6

Otra serie de países, aplican sus tarifas aduaneras como valor añadido pagable sobre el contenido en sulfato de bario.

Francia	23 %
Bélgica	18 %
Canadá	14 %
Holanda	14 %
Alemania	11 %
Luxemburgo	10 %

Recibido: Septiembre de 1973.

AGUAS SUBTERRANEAS

Estudio hidrogeológico de la Cuenca del Duero

Situación de los conocimientos hidrogeológicos básicos.

J. PORRAS MARTIN (*)

RESUMEN

La División de Aguas Subterráneas del Instituto Geológico y Minero de España, dentro del Programa Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas, que actualmente se desarrolla en todo el país, ha comenzado el estudio general de las características hidrogeológicas de la cuenca artésiana terciaria del Duero, en enero de 1972, aunque ya antes de dicha fecha se habían llevado a cabo una serie de estudios parciales en colaboración con diversas Diputaciones Provinciales.

Para el estudio a gran escala de esta extensa cuenca hidrogeológica (casi 50.000 Km.²) se ha comenzado por realizar una puesta al día de los conocimientos hidrogeológicos básicos indispensables para la preparación de programas de investigación ambiciosos, cuyo fin sería determinar los recursos en aguas subterráneas de la cuenca, las zonas apropiadas para la explotación y los métodos y régimen para su óptimo aprovechamiento. Se ha centrado el interés, en primer lugar, en los acuíferos cautivos profundos del Terciario, que son los más importantes.

Es necesario indicar que dichos acuíferos pertenecen al sistema acuífero quizá más complicado y difícil de todo el país; por ello, y consciente de esta realidad, el Instituto Geológico y Minero de España ha comenzado una investigación que forzosamente ha de ser larga, extendiéndose durante varios años, y que dispondrá de los medios necesarios para poder alcanzar los objetivos propuestos.

En el momento actual no se está en condiciones de emprender en la cuenca del Duero, de una manera responsable, un programa amplio de explotación de los acuíferos cautivos profundos, dado que, al desconocer el mecanismo hidrodinámico de los mismos, se corre el peligro de sobreestimar los recursos subterráneos y planificar un desarrollo que después no se podría mantener a base de aquéllos.

Todo esto no quiere decir que el IGME, en estos momentos, no posea información suficiente para resolver problemas locales de abastecimiento; los acuerdos con las Diputaciones de León y Salamanca lo prueban.

El fin último que persigue el Instituto Geológico y Minero es poder integrar, en su día, los recursos subterráneos en el marco del desarrollo socio-económico de la cuenca del Duero.

Para lograr este objetivo, cuando se alcance el conocimiento suficiente de los mecanismos de recarga y drenaje del sistema subterráneo se planteará un modelo hidro-económico, en el cual, considerando las demandas y el conjunto de recursos, tanto superficiales como subterráneos, se obtenga la alternativa más adecuada, tanto técnica como económicamente.

En esta línea de actuación, los trabajos desarrollados hasta el presente (verano 1973) a escala general de cuenca hidrogeológica se sintetizan como sigue:

— Establecimiento de una red de observaciones piezométricas:

Para tener una idea clara de la distribución de niveles en la cuenca, y de su variación, se han seleccionado, de acuerdo con criterios de situación geográfica, profundidad, ausencia de bombeos y facilidad de realizar en ellos medidas periódicas, 504 sondeos, en los que, hasta el momento de escribir estas líneas, se han realizado

(*) Instituto Geológico y Minero de España. División de Aguas Subterráneas.

cuatro medidas generales, disponiéndose, por lo tanto, de cuatro mapas piezométricos, correspondientes al primer semestre de 1972, octubre-noviembre de 1972, febrero-marzo de 1973 y junio-julio de 1973.

Por otra parte, de esos 504 sondeos se han seleccionado 76 de ellos, en los que se realizan medidas mensuales, al objeto de observar con más detalle la evolución de los niveles.

— Estudio de la geometría de los acuíferos: A base de la correlación de más de 500 columnas estratigráficas disponibles, del estudio sobre mapas y trabajos geofísicos preexistentes, y con la ayuda de fotografía aérea y estudios sobre el terreno, se ha empezado a preparar un esquema general de disposición de los niveles acuíferos.

— Estudio de los parámetros hidrodinámicos:

Se han realizado, en los acuíferos cautivos profundos, treinta bombeos de ensayo, en los que se han obtenido los primeros valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento de esta unidad hidrogeológica.

— Análisis del contenido en tritio:

Con objeto de estudiar el tiempo de permanencia del agua en los acuíferos, se han analizado 51 muestras de agua en tritio y se ha procedido a su datación en relación con las aguas de lluvia.

— Encuesta sobre sondeos y volúmenes de agua extraídos anualmente:

Se ha realizado sobre el terreno (50.000 Km.²) una encuesta básica sobre el número total de sondeos existentes, sus profundidades y los volúmenes de extracción y el régimen de bombeo en toda la cuenca terciaria, así como la distribución espacial de las extracciones, tanto en régimen continuo como estacional (1).

— Análisis de los datos de hidrología de superficie: Estudio de pluviometría, evapotranspiración y caudales de base de los ríos.

En función de todos estos trabajos, en los que ha colaborado el IRYDA a través de su Parque de Maquinaria, ha sido posible plantear una serie de conclusiones generales, en algunos casos, hipótesis, que orientarán los futuros trabajos de investigación. Dichas conclusiones se pueden esquematizar como sigue:

— Los niveles permeables se disponen en profundidad en forma irregular, acuñándose o cambiando de facies de manera imprevista. Sólo se pueden hacer correlaciones zonales cualitativas a gran escala, al menos con los datos de los que, por el momento, se dispone.

— En el esquema de circulación del agua subterránea, juega un papel importante el drenaje vertical a través de los niveles arcillosos, que "a priori", se considerarían como impermeables en condiciones normales.

Las diferencias de presión, y la gran superficie de contacto, hacen que este drenaje hacia los acuíferos libres superiores o hacia la superficie del terreno, tengan gran importancia en el balance global, y condiciona en absoluto la forma del mapa piezométrico, que, en este caso no admite una interpretación clásica.

— Las variaciones de nivel en los sondeos, aunque por el momento no se disponga de un ciclo anual completo con medidas homogéneas, demuestran la influencia que tienen los bombeos en régimen estacional, sobre todo al sur del Duero, donde los niveles parecen responder cíclicamente es decir, descendiendo en el verano y recuperándose parcialmente en invierno. Al norte del Duero en zonas de artesianismo surgente, y en áreas de extracción continua, las oscilaciones de nivel resultan más difíciles de interpretar, pues aún en invierno descienden los niveles.

La impresión general es que en el centro de la cuenca los niveles descienden de un año a otro, aunque las subsiguientes medidas habrán de corroborarlo.

I. INTRODUCCION

La investigación de aguas subterráneas en la Cuenca Terciaria del Duero, donde el artesianismo de los acuíferos es una de las características peculiares, data de muy antiguo.

(1) Se estima en 135 Hm³ anuales el volumen de agua extraída de los acuíferos cautivos, de los cuales 66 Hm³/año corresponden a una extracción en régimen prácticamente continuo y los 69 Hm³/año restantes se extraen en forma de sobreextracción durante los meses de riego.

Una Real Orden de 12 de julio de 1920 aprobaba los Estatutos del Comité Nacional de Sondeos, y entre los primeros trabajos que acometió dicho Organismo se encontraba el estudio de lo que entonces se denominó Cuenca Artesiana de León, una parte del conjunto de la gran cubeta de materiales terciarios que forman la Submeseta Norte de Castilla.

En las publicaciones de dicho Comité se hacían ya recomendaciones completamente actuales, como la de establecer una vigilancia permanente de los

niveles en los distintos acuíferos mediante observaciones periódicas de aquéllos.

Los trabajos de investigación, sin embargo, y dado el estado de los conocimientos sobre hidrodinámica subterránea en la época, no pasan de estudios locales para resolver problemas de abastecimiento o de regadío mediante sondeos.

Desde el año 1900, en que se comenzaron a realizar sondeos por el antiguo procedimiento de "la machina", hasta el momento, se cuentan por miles el número de perforaciones realizadas para captar aguas subterráneas en los acuíferos cautivos profundos de la cubeta terciaria, realizados tanto por particulares como por diversos Organismos oficiales: Instituto Nacional de Colonización, Diputaciones provinciales, Instituto Geológico y Minero de España, etc.

Hasta el año 1971, la investigación hidrogeológica en la Cuenca del Duero se había orientado, en una u otra forma, hacia la localización de zonas propicias para la captación de aguas subterráneas. Así, el entonces Instituto Nacional de Colonización, hoy Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) encargó la realización de un estudio general extendido a todo el ámbito de la cuenca, con el objetivo mencionado, y el IGME llevó a cabo estudios parciales a requerimiento de las Diputaciones provinciales de León y Zamora.

Los estudios realizados por la División de Aguas Subterráneas del IGME para la preparación del Mapa Hidrogeológico de España, escala 1:1.000.000 y del Mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos, durante el establecimiento del Programa Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas (Plan Nacional de la Minería), demostraron la necesidad de acometer el estudio de los acuíferos cautivos de la cuenca terciaria desde un punto de vista más ambicioso que al hasta entonces adoptado. No se trata, en definitiva, de localizar solamente zonas propicias, sino de obtener un conocimiento cuantitativo de los volúmenes de agua en circulación, los mecanismos de entrada y salida de la misma, las características hidrodinámicas y geométricas, etcétera, todos aquellos datos, en fin, que permitan conocer reservas y recursos subterráneos y definir el mejor sistema o sistemas de aprovechamiento de los mismos, en combinación con los recursos de superficie.

Para llegar a obtener estos conocimientos se plantean en esta unidad hidrogeológica serios problemas: Sobre los casi 50.000 Km² de extensión de los materiales terciarios, existen entre 4 y 5.000 son-

deos (sin contar los pocos someros) que tocan los acuíferos profundos. En una gran parte de ellos, las columnas estratigráficas, o no existían, o no presentaban el grado de fiabilidad adecuado. La estratigrafía de los materiales es, como veremos, muy complicada, y en ocasiones es imposible correlacionar columnas de sondeos muy próximos. Se ignoraba en absoluto el mecanismo de alimentación y de drenaje, el volumen de las extracciones, etcétera.

Para la preparación de un programa de investigación ambicioso se hacía necesario, o mejor dicho, indispensable, poseer una información de base que permitiese planificar, técnica y económicamente, las operaciones a realizar con ciertas garantías de rendimiento.

Es con este objetivo que la División de Aguas Subterráneas del Instituto Geológico y Minero de España ha desarrollado durante el año 1972 y continúa haciéndolo durante 1973, su actividad hidrogeológica en la Cuenca del Duero, en colaboración con el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA).

El presente artículo representa una síntesis de los informes parciales producidos durante este período de estudio, titulados "Establecimiento de la red piezométrica", "Mapa piezométrico" y "Síntesis hidrogeológica" y en él se recogen, en forma muy condensada, los datos, hipótesis y conclusiones fundamentales establecidos por el equipo de técnicos que han trabajado y colaborado en estos proyectos previos.

Dichos trabajos se llevan a cabo con la colaboración de la empresa "Compañía General de Sondeos, S. A.", de Vitoria, bajo la dirección del ingeniero de Minas del IGME, don Jorge Porras Martín.

2. BOSQUEJO HIDROGEOLOGICO

La unidad hidrogeológica de la que nos ocupamos, y que denominaremos Cuenca Terciaria del Duero, es, además, una unidad morfológica bien delimitada y conocida por todos: la submeseta norte de Castilla.

Geológicamente consiste en una cubeta rellena de materiales terciarios y cuaternarios, cuyo fondo, de profundidad desconocida en general, pero en su mayor parte muy superior a los 1.000 metros, se compone de materiales Paleozoicos, Precámbricos y Graníticos en su partes NO. y S., y de

materiales Mesozoicos, en general, al Este. Se desconoce la extensión de estos materiales en profundidad, salvo a pocos kilómetros de los bordes.

Los materiales terciarios, depositados en régimen continental (los raros fósiles marinos encontrados deben tener una explicación particular) van desde el Eoceno al Pliocuatnario, y su clasificación estratigráfica superficial, en la que no entraremos aquí se facilita aplicando el concepto de facies, más que el de edad geológica.

Los materiales terciarios, arcillas, arenas arcillosas, conglomerados, margas, gravas y calizas (éstas en la parte superior), se disponen en paquetes subhorizontales, cubiertos en parte por los aluviones fluviales y una serie de fanglomerados pliocuatnarios (rañas). Sin contar con las calizas, en facies pontiense, que constituyen el tramo superior, y que dan lugar a páramos o mesetas elevadas topográficamente, los sedimentos terciarios no presentan ningún nivel guía en profundidad.

En los aluviones fluviales se localizan mantos acuíferos libres, de importancia inferior a la de los acuíferos profundos. Estos acuíferos libres serán objeto de estudio aparte.

Los acuíferos objeto del presente estudio se encuentran, como es lógico, en las pasadas, más o menos discontinuas, de arenas, arenas arcillosas y gravas, empaquetadas entre niveles impermeables de arcillas y margas.

Salvo en determinadas zonas donde algunos de estos acuíferos son libres (al sur del Duero), las condiciones estratigráficas, morfológicas y de alimentación, hacen que el agua se encuentre en ellos a presión, y en gran cantidad de zonas la superficie piezométrica de los mismos queda por encima de la superficie topográfica, lo que da lugar a un artesianismo surgente en los sondeos perforados en dichas zonas (Mapa núm. 1).

La distribución espacial de los materiales detríticos es poco conocida en detalle, aunque se admite, en algunas zonas, cierta influencia de la red de drenaje actual sobre la sedimentación.

El centro de la cuenca, y por tanto los materiales más finos, se disponen a lo largo de un eje Palencia-Burgos, donde se encuentran incluso facies evaporíticas.

Salvo a lo largo de este eje donde los materiales son impermeables hasta gran profundidad (600 metros), cualquier sondeo realizado en el resto de la cuenca tiene una gran probabilidad de alcanzar uno o varios de los niveles permeables superpues-

tos, lo que no quiere decir, bien entendido, que necesariamente siempre los alcance.

El número de niveles acuíferos sobre una misma vertical y hasta profundidades razonables, 400 ó 500 metros, es muy variable de unas zonas a otras, y puede oscilar entre cero y una docena, lo que da una idea de la complicación del sistema hidrogeológico subterráneo.

Los niveles permeables se acuñan y cambian de facies lateralmente, haciendo difíciles las correlaciones entre sondeos, aunque éstos se encuentren, en ocasiones, muy próximos.

El problema principal que, a escala general de sistema presentaba este conjunto de acuíferos, no es el de la localización de zonas propicias o el de la adecuada terminación y acondicionamiento de los sondeos, sino, como ya hemos indicado, el de la recarga en agua del sistema, o en otras palabras, su mecanismo de alimentación y drenaje; en definitiva, el cálculo de los recursos y reservas, de cara a una futura explotación más intensa que la actual con vistas al desarrollo agrícola, industrial y urbano.

Planteado así el problema expondremos a continuación los datos recogidos en la primera fase del estudio, durante la cual se han creado, como veremos, los sistemas fundamentales de observación de niveles y se ha realizado una encuesta básica sobre los valores de extracción mediante sondeos en los acuíferos cautivos, calculándose también valores de los parámetros hidrodinámicos, mediante bombeos de ensayo.

3. LOS SONDEOS DE LA CUENCA DEL DUERO

Para fijar ideas, describiremos a continuación la situación actual de los sondeos existentes en la Cuenca Terciaria, ya que constituyen uno de los apoyos básicos en la investigación.

De acuerdo con el inventario realizado, se cifra en más de 4.600 el número total de sondeos realizados para captar agua en los acuíferos cautivos; de este total, aproximadamente unos 3.000 sondeos se han realizado con un diámetro inferior a las 6 pulgadas, por el antiguo procedimiento mixto de percusión y rotación a mano, a "machina". La profundidad de estos agujeros, pues en realidad no merecen el nombre de sondeos de captación, viene a ser variable, entre los 20 y los 200 m. y aún más, aunque en media general de toda la

cuenca la profundidad viene a ser de unos 67 metros. Ello supone un total de más de 200.000 metros perforados por particulares mediante este sistema, desde el año 1900 (sondeos de Benavides de Orbigo, Villardiga y otros), hasta hace poco menos de quince o dieciséis años, en que ya empezaron a trabajar en la zona compañías perforadoras con material más moderno.

Por otra parte, el entonces Instituto Nacional de Colonización, hoy Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) viene realizando sondeos con maquinaria moderna desde hace unos veinte años.

El número de sondeos con diámetro suficiente para permitir el paso de bombas sumergidas o de eje vertical viene a ser de unos 1.600, de los cuales 240 son del IRYDA. El total de metros perforados en estos diámetros mayores es de unos 185.000, lo que supone una profundidad media de 116 m.

En general, los sondeos de pequeño diámetro están entubados con tubería ciega en toda su longitud, y reciben el agua de la formación sólo por el fondo, lo que limita sus caudales. En estos sondeos se busca la surgencia natural del agua, aunque cuando el nivel estático queda a muy pocos metros de la superficie se emplean bombas de aspiración de pequeña potencia para extraer caudales no superiores a los 5 l/s.

Los sondeos de diámetro suficiente para bombeo se encuentran, salvo honrosas excepciones, entubados con tubería ranurada, sin ningún otro tipo de acondicionamiento, lo que, en muchos casos, entraña una pérdida notable en la eficacia del sondeo, dándose frecuentemente casos de acarreo de arenas, que estropean las bombas e impiden la explotación. Como indicamos anteriormente, en los sondeos se suelen cortar uno o varios niveles acuíferos a profundidades muy variables.

El plano número 2 muestra el número de sondeos (sin contar pozos someros ni manantiales) aproximado existente en la cuenca en el verano de 1972; las zonas rayadas indican que en ellas el inventario de sondeos se ha realizado de forma exhaustiva hasta dicha fecha.

En el archivo central de la División de Aguas Subterráneas del IGME existen, ya codificados en fichas especiales para su tratamiento en ordenador, datos de 2.600 puntos acuíferos (sondeos, pozos y manantiales) de toda la cuenca.

4. VOLUMEN DE AGUA SUBTERRANEA EXTRAIDO EN LOS ACUIFEROS CAUTIVOS.

El régimen de explotación de las aguas subterráneas en la cuenca Terciaria se puede esquematizar como sigue: durante todo el año se produce una extracción subterránea básica de valor mensual más o menos constante, equivalente a un caudal medio de 2.100 litros por segundo. Por otra parte, durante un período de unos cuatro meses (junio-septiembre) existe una sobreexplotación por encima de dicho caudal de unos 6.600 l/seg., empleada en los regadíos (valores medios obtenidos en 1972).

Estas dos cifras representan un volumen total de agua subterránea anualmente extraído de unos 135 Hm³, de los cuales 66 Hm³ se extraen en forma de caudal constante, y los 69 Hm³ restantes, en forma de sobreextracción durante cuatro meses al año.

El empleo de estos volúmenes de agua se distribuye de la siguiente forma:

El caudal que, en forma más o menos constante, se extrae durante todo el año se puede subdividir en tres partes:

- Caudal de abastecimiento a poblaciones (de los 2.000 núcleos urbanos ubicados en la cuenca Terciaria, 400 se abastecen con aguas subterráneas).
- Caudal de abastecimiento a industrias.
- Caudal producido por los sondeos artesianos surgentes que permanecen aún abiertos durante todo el año. Estos sondeos representan un problema, pues el agua, salvo en algunos casos y en época de verano, apenas se aprovecha. El volumen de agua subterránea surgente sin aprovechar se aproxima a los 40 hectómetros cúbicos/año.

En cuanto al caudal extraído durante cuatro meses al año, aproximadamente, se emplea en el regadío de unas 16.000 Ha., que son las regadas con aguas subterráneas de los acuíferos cautivos. La distribución o evolución de dicho caudal a lo largo de los cuatro meses no se conoce aún con exactitud, por lo que, en una primera aproximación, se ha supuesto constante.

El mapa número 3 representa los volúmenes de extracción situados geográficamente sobre la cuenca, y en los mapas 4 y 5 se esquematiza la repartición global de dichos volúmenes, tanto en régimen continuo como estacional.

De la observación de estos mapas se deduce que en el área Oeste, desde el meridiano de Palencia, el volumen de explotación es superior, y dentro de ella, su zona Norte sufre la mayor parte de la extracción en régimen continuo, y la zona Sur la mayor parte de la extracción en régimen estacional.

5. RED PIEZOMETRICA.

La consecución de los objetivos propuestos en el estudio exigía el conocimiento de la evolución de los niveles acuíferos, para lo cual se ha montado una red de observación, que actualmente consta de 504 sondeos, cuya situación aparece en el plano número 6, sondeos escogidos entre los más profundos y más adecuados para realizar medidas periódicas.

En esta red de sondeos se han realizado a lo largo de 1972 y 1973 cuatro medidas de nivel, la primera de ellas durante los trabajos de selección de los piezómetros, medida que se extiende a seis meses, y las restantes realizadas en períodos de cincuenta días, en octubre-noviembre de 1972, febrero-marzo 1973 y junio-julio 1973, a partir de cuyos datos se han dibujado los mapas piezométricos que más adelante escribiremos.

De entre los 504 piezómetros de esta red general de observación, en la cual se realizarán medidas cada tres o cuatro meses, se han seleccionado 76 sondeos para tomar en ellos medidas mensuales de nivel, con objeto de observar con más detalle la evolución de la superficie piezométrica.

En estos puntos se llevan a cabo observaciones mensuales, desde septiembre de 1972, y se continuarán realizando durante 1973, a no ser que las variaciones observadas recomienden ampliar el intervalo entre medidas.

6. EL MAPA PIEZOMETRICO. OCTUBRE-NOVIEMBRE 1972.

6.1. INTRODUCCIÓN.

A partir de los niveles de agua observados en los 504 piezómetros de la red general durante los meses de octubre y noviembre de 1972 se ha dibujado el primer mapa piezométrico general de la Cuenca Terciaria del Duero (plano núm. 6). Los mapas obtenidos en las siguientes medidas presentan características muy similares, de forma que, en líneas generales, la descripción que haremos del primero

servirá para los demás. Antes de pasar a explicar sus peculiaridades y las conclusiones que de las mismas pueden derivarse, es indispensable aclarar una serie de puntos muy importantes, que ayudarán a comprender mejor el significado de la piezometría obtenida.

En primer lugar, es necesario tener en cuenta que en los sondeos realizados en el Terciario de la cuenca del Duero se suele atravesar un número variable de acuíferos y que, dado el escaso control y la poca fiabilidad de las columnas estratigráficas disponibles, la correlación entre horizontes permeables sólo se ha podido realizar en casos muy particulares, y aún con reservas.

Las dificultades de una correlación responden a los fenómenos de cambio de facies, que se dan con profusión en los sedimentos de la cuenca.

Por otra parte, en los sondeos, el agua se extrae de todos los acuíferos cortados, sin aislar generalmente ninguno de ellos, por lo que el nivel que se ha medido corresponde en realidad a una altura piezométrica media, es decir, a una energía potencial media del agua subterránea de todos los acuíferos atravesados en el punto considerado.

Al dibujar un mapa piezométrico con valores así obtenidos se está considerando el conjunto de niveles como un solo acuífero, y, por lo tanto, la interpretación del mapa no puede salirse de este ángulo de enfoque general, al que, por otra parte, obliga también la enorme extensión de la zona en estudio.

En segundo lugar, es necesario tener en cuenta la densidad de piezómetros existente, muy variable de unas zonas a otras, como puede comprobarse en el mapa número 6. La diferencia entre el número de piezómetros registrados y seleccionados en la zona Oeste, donde éstos son abundantes, y en la zona Centro-Este, donde apenas se encuentran unos pocos, es debido a que en esta última apenas hay sondeos, pues se trata de áreas donde las formaciones, por tratarse del centro de la cuenca de sedimentación, son muy impermeables hasta profundidades considerables, y las pocas perforaciones realizadas dieron resultados negativos (hojas de Palencia, Dueñas, Baltanás, Antigüedad y otras).

La observación del mapa pone de manifiesto la existencia de zonas con buena densidad de puntos de observación (Valladolid, Medina del Campo, La Moraña, Toro, León, Sta. María del Páramo, Almanza-Sahagún, etc.), áreas donde las líneas isopiezométricas se pueden dibujar con cierta precisión. Por el contrario, la correlación de las curvas

a través de las zonas en las que la densidad de observaciones es muy baja o nula, es muy subjetiva, y de ahí la representación en el mapa en líneas de trazos adoptada para las curvas en estos casos.

6.2. DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA PIEZOMETRÍA.

A pesar de las limitaciones anteriormente señaladas, el mapa piezométrico obtenido permite obtener una serie de conclusiones, que en esta fase de la investigación son generales, pero que irán perfeccionándose a lo largo de la misma con la observación de la evolución de los niveles.

Examinando el mapa (en líneas generales), lo primero que llama la atención en el trazado de las curvas de nivel de la superficie piezométrica media, es su relación con los valles; es decir, con los ejes de drenaje superficiales, así como el paralelismo de las mismas respecto a los bordes Norte, Sur y Este, y su perpendicularidad respecto al borde Oeste. De esta disposición general, y considerando las alturas piezométricas como medidas de la energía potencial del agua subterránea, es indudable que, en principio, existe una circulación general desde los bordes mencionados, N, S y E, hacia el centro de la Cuenca; mejor dicho, hacia el cauce del Duero y, como se aprecia en el mapa, también hacia sus afluentes, especialmente el Esla y el Valderaduey, en la mitad Norte. El borde Oeste aparece como una barrera impermeable.

Es necesario aclarar, a este respecto, que el trazado del mapa, una vez admitida la influencia de los valles sobre la superficie piezométrica, no ha planteado problemas muy difíciles, como en un principio podría esperarse.

De acuerdo con el mapa, se podría admitir que las zonas de alimentación principales las constituyen los bordes, y las zonas de acumulación y circulación preferencial más importantes, las depresiones topográficas; es decir, los valles de los ríos, especialmente el Duero.

Si bien la explicación de una alimentación por los bordes N, S y E se puede concebir y explicar con facilidad, dado que en ellos las áreas montañosas se componen en buena parte de materiales permeables, y que en los bordes terciarios, especialmente al Norte, afloran niveles arenosos transmisivos, el aparente drenaje por los valles requeriría el establecimiento de algunas hipótesis, que, actuando conjuntamente o bien por separado, die-

sen lugar a la descompresión observada a lo largo de aquéllos.

Entre dichas hipótesis se consideraron en principio las siguientes:

Los niveles impermeables que mantienen los acuíferos a presión son en realidad semipermeables (semiconfinantes) y, a favor del tiempo, de las diferencias de presión, y de la gran superficie de contacto, pueden permitir la transmisión vertical de agua bien hacia los acuíferos libres superficiales o bien directamente a la atmósfera. En cualquier caso, el drenaje más fácil tiene lugar en las depresiones topográficas (evapotranspiración, cesión al río, etc., por no mencionar los bombeos).

Según esto, la descompresión de las aguas profundas se facilitan bajo las áreas topográficamente deprimidas.

Esta hipótesis implica, en último término, la existencia de una relación indirecta entre los acuíferos profundos y los cursos de agua de superficie.

Las obras de captación son, como es lógico, más numerosas en las zonas bajas, o sea, en los valles, que en los páramos o tierras altas, donde los cultivos suelen ser de secano.

Aunque la observación y confrontación del mapa de extracciones (mapa núm. 4) con el mapa piezométrico no resalta definitivamente el hecho, lo cierto es que a lo largo de los valles la extracción es más intensa, bien por bombeo o por surgencia natural en sondeos permanentemente abiertos, lo que podría dar lugar a una pérdida en la presión de los acuíferos en estas zonas.

Después de haber contrastado estas hipótesis con los modernos criterios de la hidrodinámica subterránea y de realizar una serie de modelos matemáticos de simulación muy sencillos, y habiendo consultado la bibliografía mundial existente sobre acuíferos análogos (cuenca de París, Sahara septentrional, Maestrichtiense del Senegal, etc.). Se ha retenido, por el momento, como explicación hidrodinámica más convincente la siguiente:

La circulación en los acuíferos cautivos profundos tiene lugar sin el mantenimiento del caudal horizontal circulante, o lo que es lo mismo, existe un drenaje vertical (leakage, drainance, goteo, rezume, etc.), a través de los niveles arcillosos (que, en realidad, no son absolutamente impermeables), debido a las diferencias de presión entre el agua en el acuífero o acuíferos cautivos y los niveles libres (freáticos) superiores.

Esta pérdida de caudal cambia por completo la interpretación del mapa piezométrico obtenido, ya

que, en nuestro caso, las áreas bajo los ejes de los ríos, que en una interpretación clásica (en un acuífero libre, por ejemplo) representarían zonas de circulación horizontal preferente, representan más bien bandas de caudal nulo, en las cuales, en profundidad, horizontalmente y en dirección del río, no circula ningún caudal hacia la salida de la cuenca, a pesar de las consideraciones que se puedan hacer sobre las diferencias de energía potencial.

De esta forma se explica la relación de la piezometría con los niveles topográficos, ya que éstos son los que gobiernan la piezometría profunda, al representar, en último término, el drenaje de los acuíferos cautivos.

Esta consideración cambia por completo el enfoque del problema, sobre todo desde el punto de vista hidrodinámico, ya que se pone en juego un nuevo parámetro, la permeabilidad vertical, y anula, además, el sistema de interpretación intuitiva clásico de las curvas piezométricas, que en este caso sólo podrán estudiarse a base de modelos matemáticos de dos o más capas con intercambio vertical y niveles impuestos en la capa superior.

En el mapa se observa un espaciado muy variable entre las líneas piezométricas; los valores del gradiente hidráulico máximo y mínimo son de 0,1 y 0,0006, respectivamente, aunque los más frecuentes oscilan entre 0,01 y 0,001. Desde luego, que según la hipótesis establecida, estos valores no representan gran cosa al tratar de calcular volúmenes de agua en circulación.

Estudiando la variación del gradiente a lo largo del meridiano de León, por ejemplo, nos encontramos que, inicialmente al Norte, y a partir de unos pocos kilómetros del borde Terciario, la pendiente topográfica es superior al gradiente hidráulico, lo cual da lugar a las importantes zonas de surgencia que existen al norte del Duero. Más adelante, estos valores relativos se invierten, de manera que, ya en el propio valle del Duero, sólo hay surgencia en áreas reducidas.

Hacia el Sur, y siempre hablando en líneas generales, la pendiente topográfica y el gradiente hidráulico adoptar valores semejantes de forma que apenas hay surgencia en unos cuantos puntos.

De todo esto y siempre suponiendo que las hipótesis de partida se cumplen en líneas generales, se deduce que el artesianismo surgente en la zona de León, es simplemente consecuencia del gradiente relativamente pequeño de la superficie piezométrica en el área, relacionado directamente con

una mayor transmisividad de los acuíferos y una inferior permeabilidad vertical.

Si se observa la gran influencia que parece ejercer el valle del Esla sobre las isopiezas y se consideran las hipótesis de drenaje establecidas líneas atrás se comprueban las concordancias entre el mecanismo supuesto y los resultados reales, ya que, en la zona, las diferencias de nivel entre los acuíferos cautivos y los libres es mucho mayor.

Como ya hemos dicho, las curvas aparecen casi paralelas a los bordes N, S y E, aunque en este último la escasez de piezómetros hace más aventuradas las conclusiones.

En los bordes N y S se aprecian zonas donde la superficie piezométrica se hace convexa hacia el interior, lo cual podría ser indicio de una recarga a partir de dichas zonas, aunque de momento es preferible mantener en reserva esta hipótesis, ya que las convexidades podrían obedecer a un régimen transitorio causado por la descompresión de las zonas vecinas.

Al norte de Zamora y entre esta ciudad y Salamanca, el mapa piezométrico ha presentado alguna dificultad de interpretación, ya que parecen existir tres divisorias de aguas subterráneas; es decir, tres lomos en la superficie piezométrica. Se ha optado por considerar, como ya hemos dicho, que los valles fluviales son ejes de descompresión, con lo cual el dibujo de las curvas ha adquirido un sentido que anteriormente hubiese sido difícil de encontrar. La primera de estas divisorias, y la menos evidente, parecer ser producida por el valle del Esla, a la altura de la hoja 308 (Villafáfila).

En las hojas 425 (Villamayor de los Escuderos) y 452 (La Velles) ha sido donde mayores dificultades de dibujo e interpretación se han encontrado.

Por una parte, el drenaje del valle del Tormes da lugar a una divisoria de aguas, y por otra nos encontramos con el piezómetro 13172002, de 192 metros de profundidad y cuyo nivel es de 852 metros, que parece encontrarse en una zona de alimentación justo en la prolongación de la divisoria.

Por otra parte, el nivel en el piezómetro 13183001, de 190 m. de profundidad es bastante bajo, 787 m. S. n. m., lo que ha obligado a forzar algunas curvas.

La tercera divisoria aparece en el pasillo de materiales terciarios, que, a partir de Salamanca, se prolonga hacia el SO, en las hojas 177 (Barbadillo) y 502 (Matilla de los Caños del Río). De todas formas, los escasos piezómetros en esta zona obligan a dibujar las isopiezas a trazo discontinuo, indicando que son solamente supuestas.

A este respecto, y considerando todo el mapa en general, es necesario recordar que en algunas zonas no existen piezómetros, y que, por tanto, el dibujo de las curvas es, más que aproximado, imaginario; tal es el caso de la gran extensión comprendida entre Medina de Rioseco (hoja 310) y Villadiego (hoja 166).

Sobre esta zona es imposible adelantar ninguna teoría, hasta que se hagan sondeos más profundos que los escasísimos existentes.

Una zona donde la extracción de agua subterránea, repartida más o menos homogéneamente, influye sobre la piezometría, es la región de la Moraña (hojas 454, 455, 480, 481), y el área de Medina del Campo, inmediatamente al norte de la anterior, donde las curvas se hacen muy sinuosas y no se adaptan como en otras zonas, a la red superficial de drenaje.

6.3. VARIACIONES DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO.

Como se ha indicado en páginas precedentes, se dispone en la actualidad de tres medidas de nivel (Oct.-Nov. 1972, Feb.-Mar. 1973 y Jun.-Jul. 1973), sobre toda la cuenca, realizadas en períodos muy cortos de tiempo; es decir, prácticamente simultáneas a la escala de trabajo.

Se dispone también de una primera medida extendida a un período de seis meses (primer semestre de 1972) correspondiente a los trabajos de selección de la red piezométrica.

A partir de estos datos se ha podido, pues, empezar a observar la variación de los niveles en relación con la época dentro del año hidrológico. Fundamentalmente se realizarán tres medidas al año sobre los 504 piezómetros: una inmediata, antes del bombeo (según el año, entre mayo y julio); otra, cuando ya prácticamente se haya dejado de bombear (octubre-noviembre), y la tercera, en febrero-marzo, cuando en teoría, los niveles deberían encontrarse más altos, suponiendo una variación cíclica anual.

Para el estudio de las variaciones de nivel se han preparado mapas semejantes al que se acompaña (plano núm. 8), y los resultados de la observación de los existentes hasta la fecha se puede esquematizar como sigue:

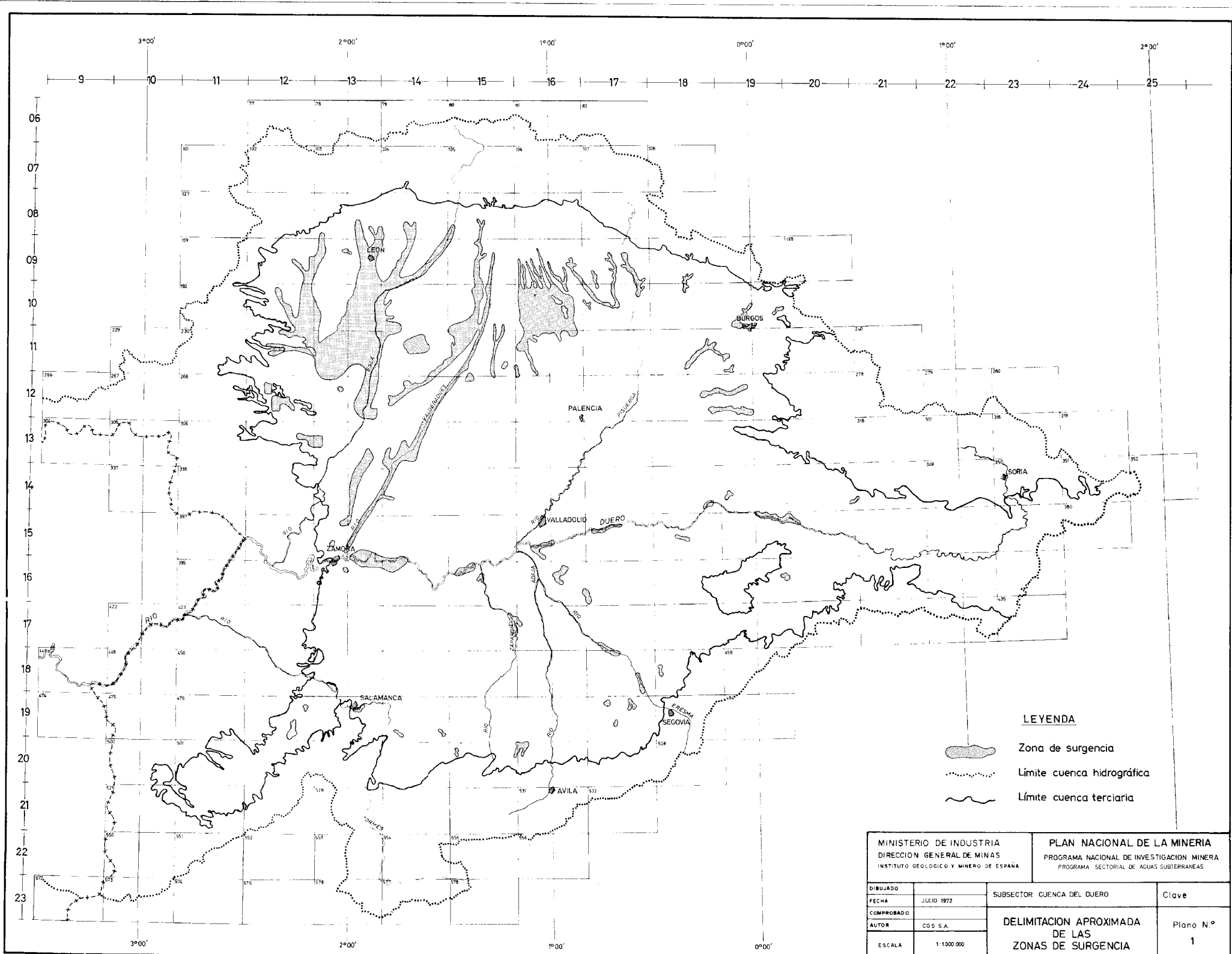
Entre noviembre de 1972 y marzo de 1973 (plano núm. 8) se observa, como era de esperar, un ascenso general en los niveles, aunque existen zonas, al Norte sobre todo, donde se sigue detec-

tando un descenso en la piezometría. En general, la gran mayoría de las variaciones de nivel se mantienen entre +2 y -2 metros, lo cual, a escala de cuenca hidrogeológica, y en este tipo de acuíferos, no es una magnitud relativamente importante. Los valores fuera de estos límites, en este mapa en particular, se encuentran, en valores medios entre los +3 y +8 metros para el ascenso. En el descenso, pocos piezómetros han detectado valores superiores a -2 metros.




La zona donde la subida general de niveles es más significativa ha sido aquella donde se concentran la mayor parte de las extracciones en régimen estacional, como es lógico, ya que era de esperar una recuperación después del bombeo. Aunque no se puede hacer, por el momento, una correlación precisa, las áreas donde se mantiene un descenso en el nivel corresponden, bien a zonas de surgencia, o bien a puntos donde las extracciones de agua se hacen principalmente en régimen continuo (Valladolid, por ejemplo). Aunque en las observaciones existentes hasta el momento no se pueden establecer conclusiones al respecto, no sería extraño, dada la naturaleza de los acuíferos, que existiesen regímenes plurianuales en determinadas zonas. A la complicación geométrica y de mecanismo de estos acuíferos, se viene a sumar, pues, la que añade el régimen transitorio.

La comparación entre los niveles de febrero-marzo de 1973, con los registrados en junio-julio de este mismo año, muestra, salvo en áreas relativamente pequeñas (al norte de Palencia, en pequeñas manchas en los bordes Norte y Sur), un descenso general de la superficie piezométrica entre estos dos períodos, muy acusado (máximos entre -3 y -10 metros) sobre todo en las zonas de regadío.

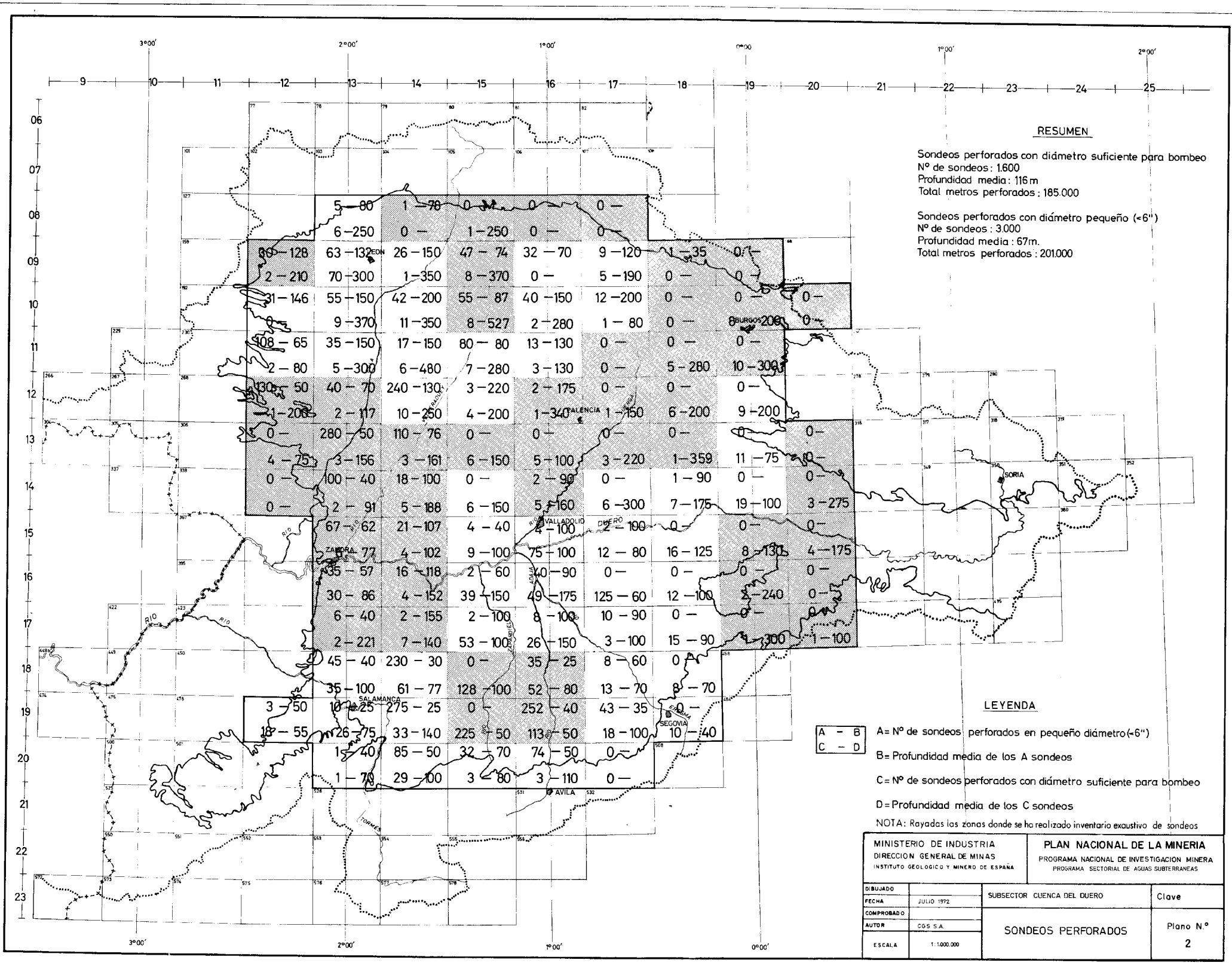
Ello es debido a que, al encontrarnos en un año con una primavera muy seca, los riegos han comenzado mucho antes. En algunas ocasiones, se ha considerado conveniente no realizar medidas en determinados piezómetros, en los que se había bombeado muy recientemente, con objeto de evitar medir alturas piezométricas en conos de depresión acusados. A pesar de estas precauciones, la medida de junio-julio ha ofrecido niveles muy bajos en algunas zonas, no rigurosamente representativos de la piezometría media. La medida que se realice en octubre-noviembre, y que se comparará con la correspondiente a la misma época de 1972 será muy interesante, pues permitirá observar la variación anual de los niveles en época de estiaje.



LEYENDA

-  Zona de surgencia
-  Límite cuenca hidrográfica
-  Límite cuenca terciaria

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		PLAN NACIONAL DE LA MINERIA PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA PROGRAMA SECTORIAL DE AGUAS SUBTERRANEAS	
DIBUJADO		SUBSECTOR CUENCA DEL DUERO	Clave
FECHA	JULIO 1972	DELIMITACION APROXIMADA DE LAS ZONAS DE SURGENCIA	Plano N.º 1
COMPROBADO			
AUTOR	CGS S.A.		
ESCALA	1:1.000.000		



RESUMEN

Sondeos perforados con diámetro suficiente para bombeo
 Nº de sondeos : 1.600
 Profundidad media : 116 m
 Total metros perforados : 185.000

Sondeos perforados con diámetro pequeño (<6")
 Nº de sondeos : 3.000
 Profundidad media : 67 m.
 Total metros perforados : 201.000

LEYENDA





- A - B A= Nº de sondeos perforados en pequeño diámetro (<6")
- B= Profundidad media de los A sondeos
- C - D C= Nº de sondeos perforados con diámetro suficiente para bombeo
- D= Profundidad media de los C sondeos

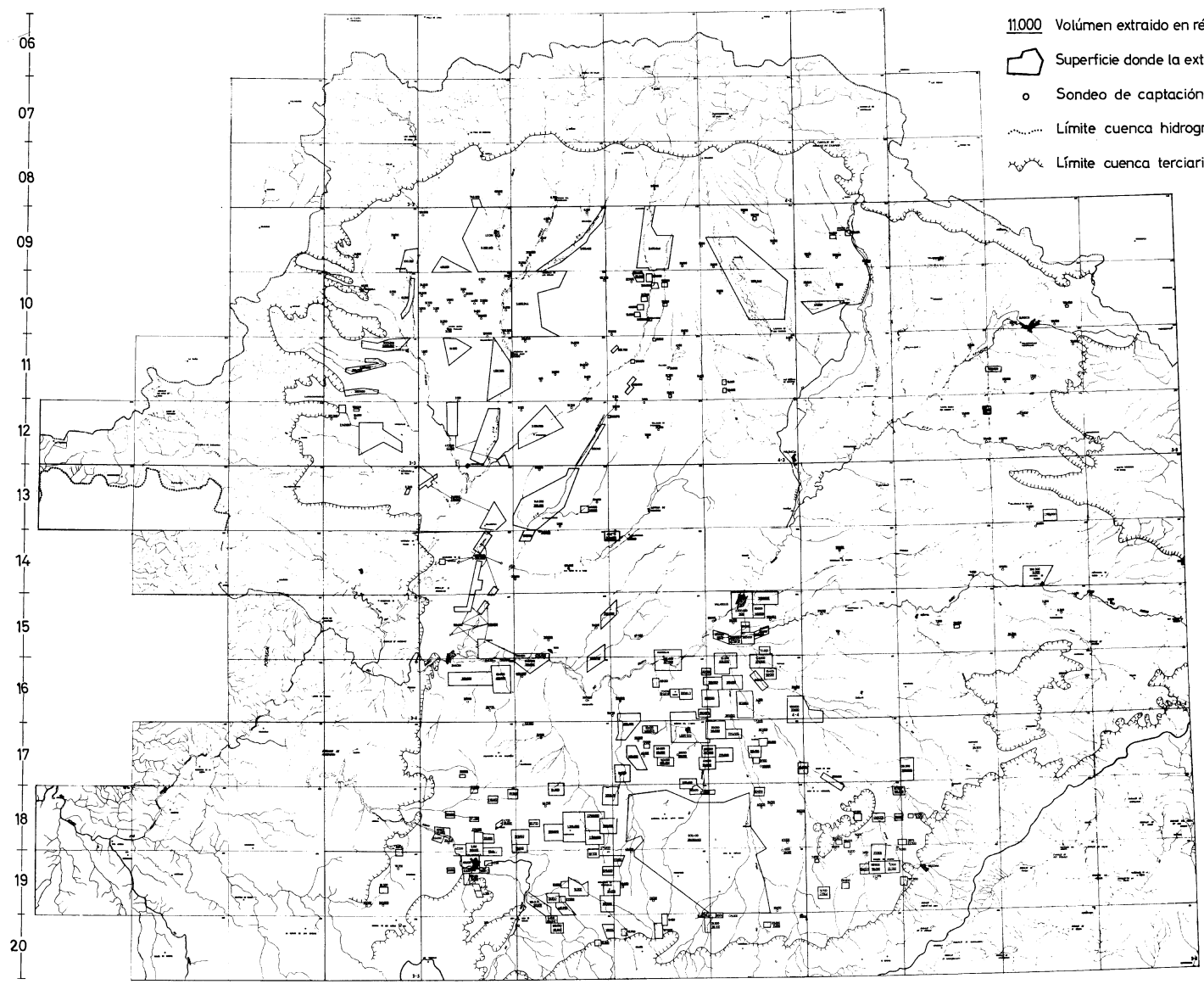
NOTA: Rayadas las zonas donde se ha realizado inventario exhaustivo de sondeos

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		PLAN NACIONAL DE LA MINERIA PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA PROGRAMA SECTORIAL DE AGUAS SUBTERRANEAS	
DIBUJADO	FECHA	SUBSECTOR CUENCA DEL DUERO	Clave
COMPROBADO	JULIO 1972		
AUTOR	CGS S.A.	SONDEOS PERFORADOS	Plano N.º 2
ESCALA	1:1000.000		

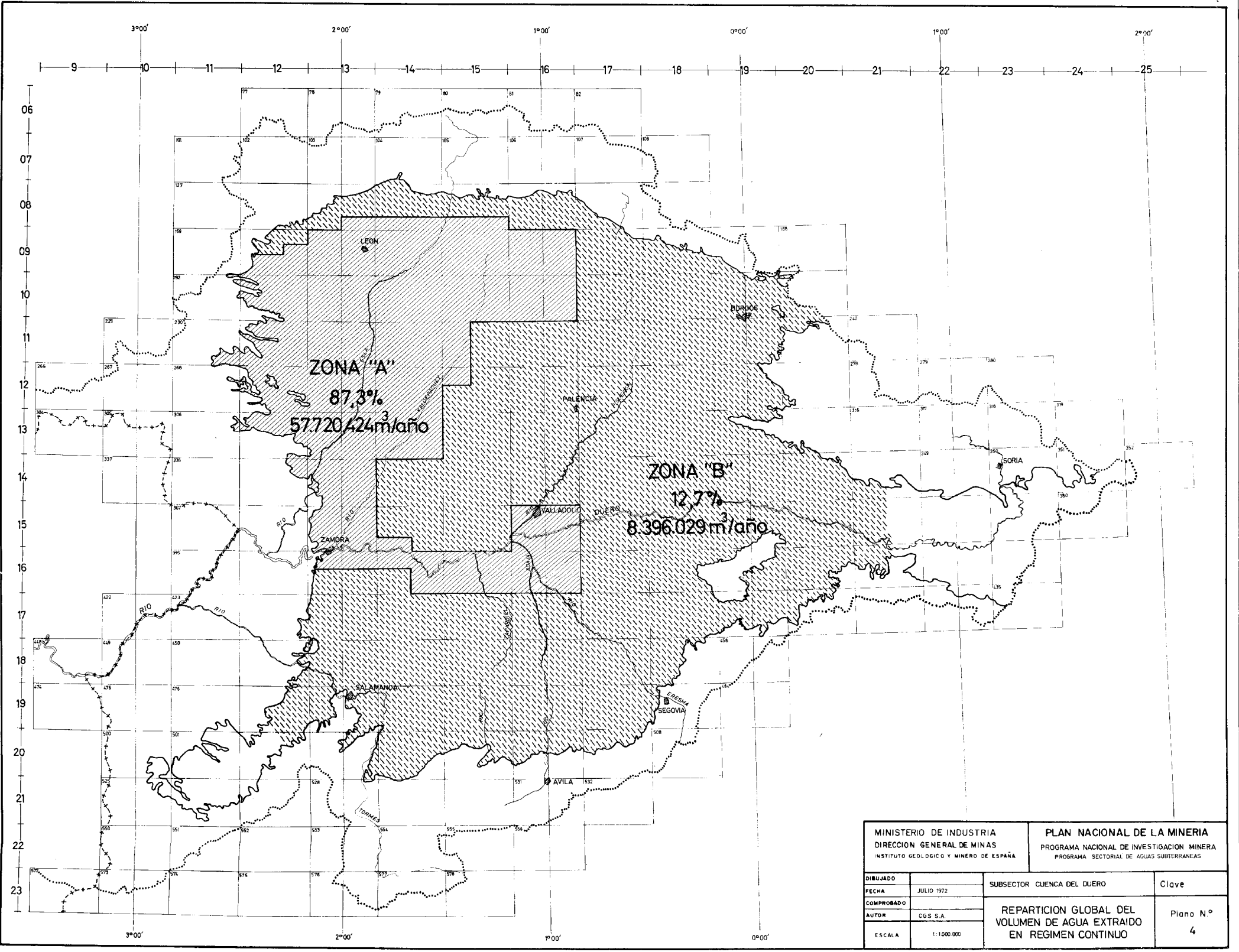
9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

LEYENDA

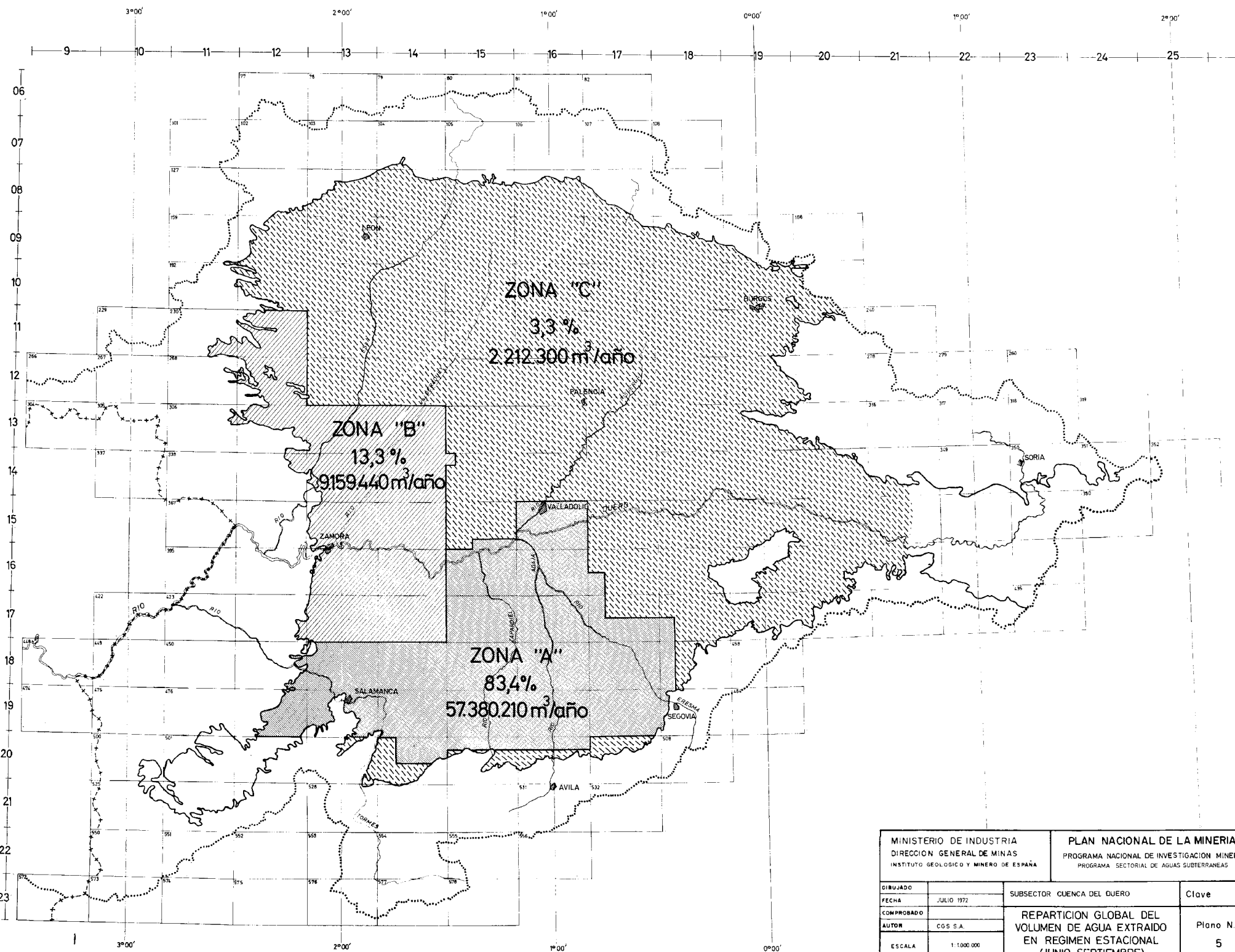
- 5.200 Volúmen de agua extraído en régimen continuo $m^3/año$
- 11.000 Volúmen extraído en régimen estacional (Junio-Septiembre)
-  Superficie donde la extracción se reparte uniformemente
-  Sondeo de captación
-  Límite cuenca hidrográfica
-  Límite cuenca terciaria



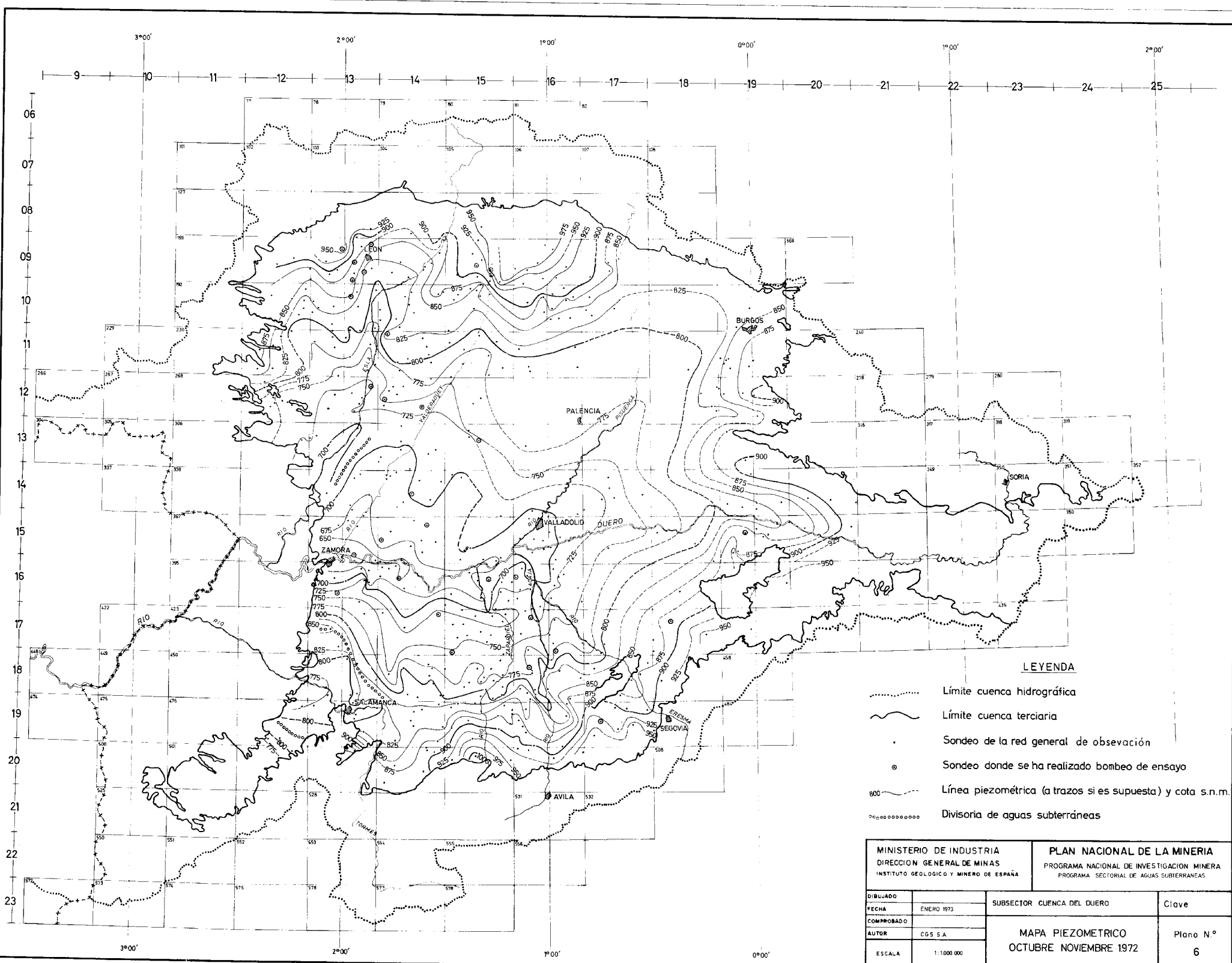
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		PLAN NACIONAL DE LA MINERIA PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA PROGRAMA SECTORIAL DE AGUAS SUBTERRANEAS	
DIBUJADO		SUBSECTOR CUENCA DEL DUERO	Clave
FECHA	JULIO 1972		
COMPROBADO		VOLUMEN MEDIO ANUAL DE AGUA EXTRAIDO DE LOS ACUIFEROS CAUTIVOS	Plano N.º 3
AUTOR	CGS S.A.		
ESCALA	1:1.000.000		



MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		PLAN NACIONAL DE LA MINERIA PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA PROGRAMA SECTORIAL DE AGUAS SUBTERRANEAS	
DIBUJADO		SUBSECTOR CUENCA DEL DUERO	Clave
FECHA	JULIO 1972		
COMPROBADO		REPARTICION GLOBAL DEL VOLUMEN DE AGUA EXTRAIDO EN REGIMEN CONTINUO	Plano N.º 4
AUTOR	CGS S.A.		
ESCALA	1:1.000.000		



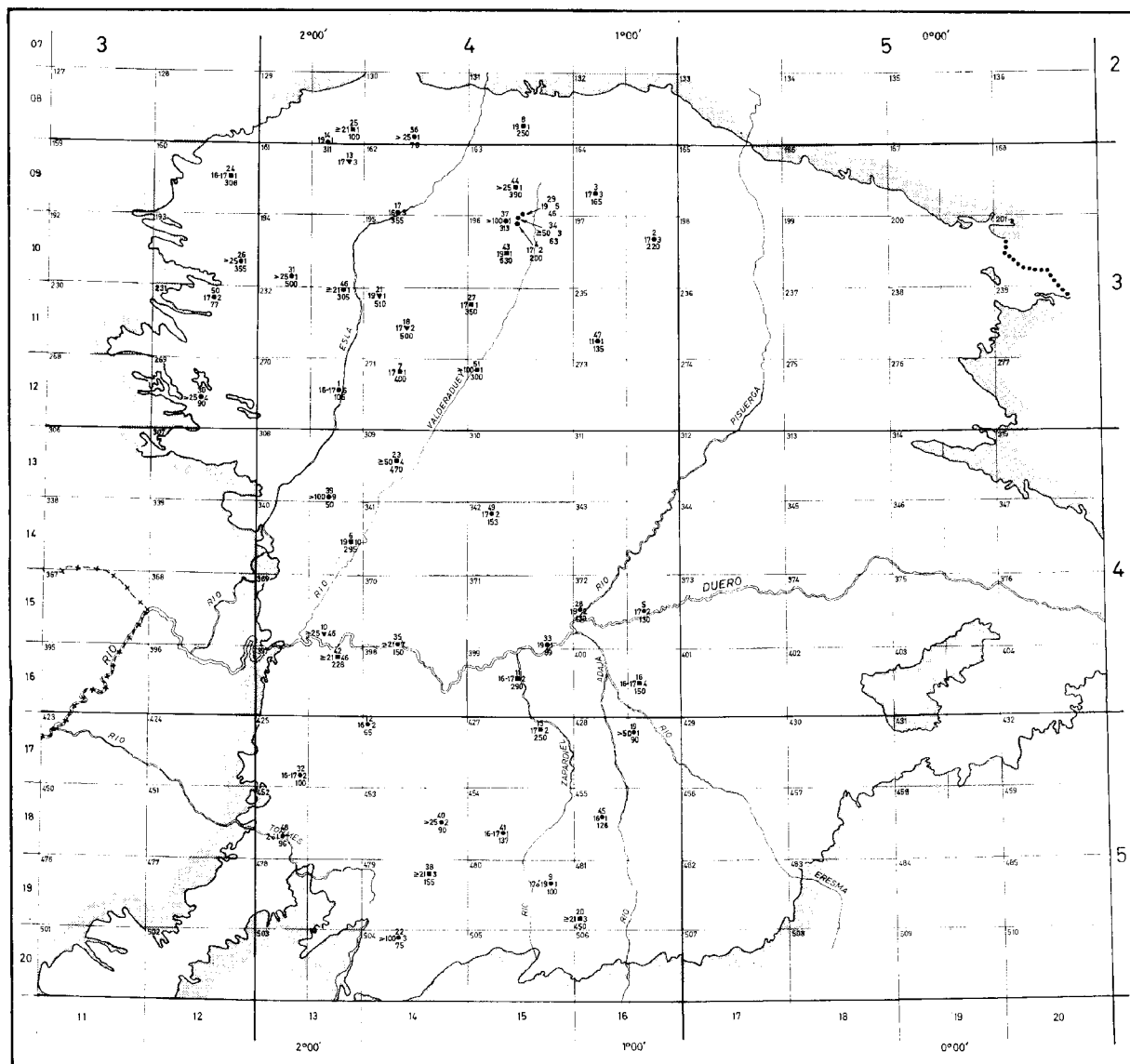
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		PLAN NACIONAL DE LA MINERIA PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA PROGRAMA SECTORIAL DE AGUAS SUBTERRANEAS	
DIBUJADO	FECHA	SUBSECTOR CUENCA DEL DUERO	Clave
COMPROBADO	JULIO 1972		
AUTOR	CGS S.A.	REPARTICION GLOBAL DEL VOLUMEN DE AGUA EXTRAIDO EN REGIMEN ESTACIONAL (JUNIO-SEPTIEMBRE)	Plano N° 5
ESCALA	1:1000 000		



LEYENDA

- Límite cuenca hidrográfica
- ~~~~~ Límite cuenca terciaria
- Sondeo de la red general de observación
- ⊙ Sondeo donde se ha realizado bombeo de ensayo
- 800 — Línea piezométrica (a trazos si es supuesta) y cota s.n.m.
- ⋯⋯⋯ Divisoria de aguas subterráneas

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		PLAN NACIONAL DE LA MINERIA PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA PROGRAMA SECTORIAL DE AGUAS SUBTERRANEAS	
DIBUJADO	FECHA	SUBSECTOR CUENCA DEL DUERO	Clave
COMPROBADO	ENERO 1973		
AUTOR	CGS S.A.	MAPA PIEZOMETRICO OCTUBRE NOVIEMBRE 1972	Plano N.º 6
ESCALA	1:1.000.000		



LEYENDA

A
D B
C

A
D B
C

A
D B
C

Sondeo realizado por el IGME, IRIDA y otros

A.-Nº de la muestra

B.-Últimas cifras significativas del nº de registro

C.-Profundidad

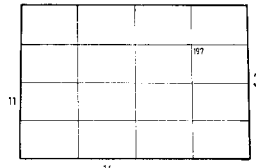
D.-Edad calculada del agua

.....

Límite de la cuenca hidrográfica

~~~~~

Límite de la cuenca terciaria



4,3, coordenadas de la hoja topográfica a escala 1:200.000

14,11, coordenadas de la hoja topográfica a escala 1:50.000

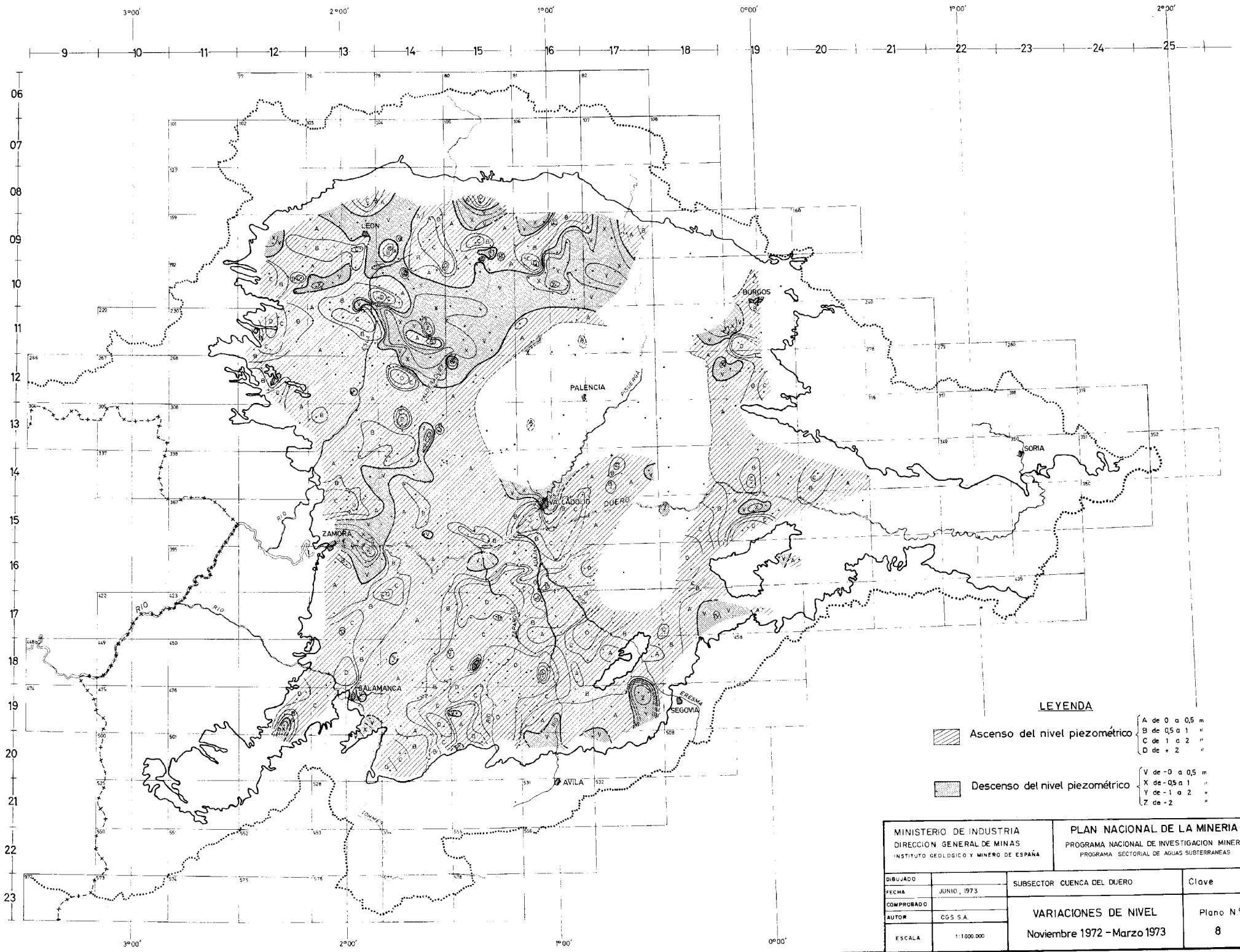
197 nº de orden de la hoja topográfica a escala 1:50.000

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
DIRECCION GENERAL DE MINAS  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

PLAN NACIONAL DE LA MINERIA  
PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA  
PROGRAMA SECTORIAL DE AGUAS SUBTERRANEAS

|            |             |                                                                           |                |
|------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|
| DIBUJADO   | FECHA       | SUBSECTOR CUENCA DEL DUERO                                                | Clave          |
| COMPROBADO | ENERO 1974  |                                                                           |                |
| AUTOR      | CGS SA      | MAPA DE SITUACION DE MUESTRAS DE AGUA<br>Análisis del contenido en Tritio |                |
| ESCALA     | 1:1.000.000 |                                                                           |                |
|            |             |                                                                           | Plano N.º<br>7 |

149-55-7421  
 149-55-7422  
 149-55-7423  
 149-55-7424  
 149-55-7425  
 149-55-7426  
 149-55-7427



**LEYENDA**

- Ascenso del nivel piezométrico
  - A de 0 a 0,5 m
  - B de 0,5 a 1 "
  - C de 1 a 2 "
  - D de + 2 "
  
- Descenso del nivel piezométrico
  - V de -0 a 0,5 m
  - X de -0,5 a 1 "
  - Y de -1 a 2 "
  - Z de -2 "

|                                                                                                                |             |                                                                                                                                            |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| MINISTERIO DE INDUSTRIA<br>DIRECCION GENERAL DE MINAS<br><small>INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA</small> |             | <b>PLAN NACIONAL DE LA MINERIA</b><br>PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA<br><small>PROGRAMA SECTORIAL DE AGUAS SUBTERRANEAS</small> |                       |
| DIBUJADO                                                                                                       |             | SUBSECTOR CUENCA DEL DUERO                                                                                                                 | Clave                 |
| FECHA                                                                                                          | JUNIO, 1973 | <b>VARIACIONES DE NIVEL</b><br>Noviembre 1972 - Marzo 1973                                                                                 | Plano N.º<br><b>8</b> |
| COMPROBADO                                                                                                     |             |                                                                                                                                            |                       |
| AUTOR                                                                                                          | CGS S.A.    |                                                                                                                                            |                       |
| ESCALA                                                                                                         | 1:1.000.000 |                                                                                                                                            |                       |



— La comparación entre la piezometría establecida en el primer semestre de 1972 y la correspondiente a febrero-marzo de 1973, aunque no rigurosamente comparables, debido a que aquélla se realizó en un período muy prolongado, y que algunas de las medidas en los sondeos surgentes no se hicieron en las mejores condiciones, puede dar una idea de la evolución anual de niveles.

Se puede detectar un ascenso del nivel en ciertos puntos de los bordes, sobre todo a lo largo de casi todo el límite Sur. Al Norte, los ascensos se localizan en áreas aisladas entre sí. Al Oeste existe una zona de ascenso alrededor de Palencia.

El resto de la cuenca acusa un descenso de niveles con valores máximos medios de unos tres metros, y valores más frecuentes inferiores a un metro.

A partir de esta observación se puede suponer un descenso general de los niveles entre 1972 y 1973, aunque, en rigor, será necesario disponer de un mayor número de medidas para obtener conclusiones con fundamento.

El descenso en el centro de la cuenca y el aumento de nivel en los bordes en un ciclo anual son fenómenos que podrían explicarse sin dificultad, admitiendo la lenta reacción de los acuíferos, sobre todo frente a la posible recarga.

#### LOS PARAMETROS HIDRODINAMICOS.

Hasta el momento de comenzar el estudio previo, sólo se habían realizado en el Terciario de la cuenca del Duero dos o tres bombeos de ensayo en los acuíferos cautivos y, por tanto, se desconocían casi absolutamente los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento de los mismos.

Para empezar a estudiar el problema se han realizado unos 30 bombeos de ensayo (mapa núm. 6), a mayor parte de veinticuatro horas de duración, repartidos de forma más o menos homogénea por toda la cuenca. En algunos casos se ha podido observar la depresión en pozos cercanos. El estudio de los gráficos de bombeo y la experiencia obtenida durante las operaciones (cada uno de estos ensayos ha sido objeto de un informe completo) han permitido llegar a una serie de conclusiones, que resumiremos de la siguiente forma:

— Las curvas depresión-log tiempo, obtenidas en una gran parte de los bombeos, se presentan con una configuración que pudiéramos llamar "normal";

es decir, aproximándose mucho, después de un cierto tiempo de bombeo, a la recta teórica determinada por las fórmulas clásicas de Theis y Jacob. Esto puede resultar extraño, sobre todo habiendo admitido previamente la existencia de un drenaje vertical, que debería reflejarse en los gráficos. En realidad puede ocurrir que el tiempo de bombeo para que este fenómeno se manifieste, haya de prolongarse durante varios días. Los ensayos continuarán en este sentido con más horas de bombeo en cada uno.

— Los valores de transmisividad obtenidos a partir de los gráficos empleando los métodos clásicos de Theis y Jacob presentan una cierta uniformidad, hallándose comprendidos, en líneas generales, entre  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$   $m^2 s^{-1}$ . En un solo sondeo se ha obtenido el valor excepcional de  $10^{-2}$   $m^2 s^{-1}$  (Tiedra, I. N. de Colonización).

— No se aprecia una zonalidad determinada en la repartición de estos valores, lo que nos mueve a pensar en la escasa influencia que tienen las variaciones de T sobre la configuración del mapa piezométrico.

— En lo que respecta a valores de coeficiente de almacenamiento en los escasos sondeos en los que ha sido posible observar piezómetros próximos, se han obtenido cifras comprendidas entre  $2 \cdot 10^{-4}$  y  $8 \cdot 10^{-4}$ , valores normales en acuíferos cautivos de este tipo.

Donde mayores dificultades se han presentado es en la obtención del coeficiente B de pérdida de carga, correspondiente a la fórmula:

$s = AQ + BQ^2$ , siendo s la depresión en el pozo de bombeo y Q el caudal.

En efecto, al realizar varios escalones de bombeo para poder obtener valores de B, los resultados, en la mayor parte de los casos, han sido sorprendentes, llegando a encontrarse valores de B negativos. Se trata, sin duda, del efecto producido por la aportación de agua al sondeo a partir de acuíferos situados a muy distinto nivel con alturas piezométricas diferentes, lo cual hace que el cálculo de B deba tomarse siempre con muchas reservas. De todas formas, como era de esperar, se ha comprobado que casi todos los sondeos están mal terminados, y que sus rendimientos son muy inferiores a los que se hubiesen podido obtener con un acondicionamiento adecuado.

— Por el momento no se ha podido fijar un valor ni siquiera global, a la permeabilidad vertical, cuyo concepto, en el estado actual de la investigación, está incluso sujeto a discusión, dada la com-

plicación estratigráfica. Posiblemente sea necesario simplificar el conjunto del sistema hidrodinámico y reducirlo a un modelo de dos capas, separadas por un medio semipermeable. La capa superior representaría el conjunto de acuíferos libres con niveles de drenaje impuestos, y la inferior, los acuíferos cautivos.

Lo más importante, dada la enorme extensión de la cuenca es, por el momento, tratar de establecer un orden de magnitud en los intercambios de agua con el exterior, y para ello es inútil tratar de conseguir una precisión por otra parte inalcanzable, según creemos, en un corto período de tiempo.

#### 8. ANALISIS EN TRITIO.

Con objeto de poseer un dato más que pudiese aportar nueva luz sobre el funcionamiento hidrodinámico, se ha realizado una campaña de análisis en tritio de las aguas extraídas en los acuíferos cautivos. Se han seleccionado 51 sondeos (mapa número 7), en los que, después de prolongado bombeo, se han recogido las correspondientes muestras para análisis.

Como se sabe, la cantidad de tritio en una agua natural proveniente de la lluvia puede, dentro de ciertos límites y en determinadas circunstancias,

ofrecer una idea cuantitativa del tiempo transcurrido, desde el momento de su infiltración.

En el caso que nos ocupa y debido, con toda seguridad, a la imposibilidad, en la mayor parte de los sondeos, de aislar los acuíferos superiores, los resultados no han permitido una interpretación satisfactoria. En muchos casos, la "edad" de las aguas analizadas es muy inferior a la que podría esperarse en el esquema simple de circulación planteado. Resulta curioso que la edad de diecisiete años se vea muy repetida en los análisis. Estos datos se mantienen en reserva, por el momento, hasta que puedan ser utilizados en conjunción con otros que permitan una adecuada interpretación.

#### BIBLIOGRAFIA

El presente artículo es resumen de los siguientes informes parciales de la División de Agus Subterráneas del IGME, todos ellos bajo la denominación general "Plan Sectorial de Agus Subterráneas. Subsector Cuenca del Duero":

— "Establecimiento de la red piezométrica" (julio 1972).

— "Mapa piezométrico octubre-noviembre 1972" (enero 1973).

— "Síntesis hidrogeológica (julio 1973).

Recibido: julio 1973.

## Contribución al estudio mineralógico de los depósitos de Talco de Puebla de Lillo (León, España)

Por E. GALAN-HUERTOS(\*) y M. RODAS(\*)

#### RESUMEN

Los depósitos de talco más importantes de España, son los situados en la región de Puebla de Lillo (León). El talco se encuentra asociado con las zonas delimitadas de la caliza de montaña, normalmente en los contactos con las pizarras Westfalienses.

Se han estudiado las distintas variedades de talco, que se presentan (talco blanco, rosa, negro y verde) y las rocas encajantes, por diversos métodos físicos y químicos.

Las impurezas más notables encontradas son: clorita (clinocloro), especialmente en el talco verde, materia orgánica, en las variedades negras y grises y  $Fe_2O_3$  en el talco rosa. Se describe además la presencia, fundamentalmente en el talco verde, de un interestratificado regular de talco y clorita.

La talquización de las dolomías se ha producido por un paso directo de dolomita a talco, mediante un metamorfismo silíceo a baja temperatura.

#### ABSTRACT

The most important talc deposits of Spain are studied. Talc is associated to the dolomitized zones of the "Mountains Limestones" (Namurien), generally in the Westfalien shale contacts.

Four talc varieties can be distinguished: white, pink, black and green talc. Their mineralogy has been studied by X-ray diffraction, DTA, TG, IR, microscopy and by chemical methods. The main mineralogical impurities found in those talcs are: chlorite (clinochlore), in the green talc, organic matter in the black talc and  $Fe_2O_3$  in the pink talc. A regular mixed layered talc-chlorite is always found in the green and black talc and sometimes in the others.

The talquization of the dolostones is produced by a direct step from dolomite to talc by a low thermal siliceous metasomatism.

#### INTRODUCCION

Los yacimientos de talco, actualmente en explotación, se encuentran distribuidos por las provincias de León, Gerona y Almería; muy esporádicamente se explotan además algunos afloramientos de las provincias de Málaga y Murcia.

Ha sido citado este material en localidades de las provincias de La Coruña, Pontevedra, Santander, Oviedo, Barcelona, Avila, Cáceres, Huelva, et-

cétera..., y en diversos puntos de los Pirineos y Sierra Morena (Calderón, 1910, Alvarez Estrada, 1952), aunque hasta el momento se trata sólo de indicios mineros o mineralógicos.

La producción de talco ha aumentado considerablemente en los últimos años, llegando en 1970 a alcanzar la cifra de 39.612 Tm., con un valor medio de 563 ptas./Tm. (Estadística Minera, 1970). Sin embargo, el talco del sector de Puebla de Lillo, principal abastecedor del mercado español, con más de 20.000 Tm/año, es vendido entre 1.300 y 1.600 pesetas/Tm., debido a su excelente calidad.

El talco en España ha sido objeto de varios trabajos de investigación, tanto desde el punto de vis-

(\*) Departamento Cristografía y Mineralogía, Universidad Complutense de Madrid e Instituto Lucas Mallada del C. S. I. C. Madrid.



ta geológico y mineralógico como desde el tecnológico. Caben destacar entre estos estudios los de Mendizábal (1941) y Hernández Sampelayo (1941) sobre los criaderos de talco de Lillo (León), el de Hoyos de Castro y Ahumada (1951) sobre la mineralogía y génesis del talco de Lúcar (Almería), el de Hoyos y Delgado (1958), que estudia mineralógicamente el talco formado en las serpentinas del barranco de San Juan, Sierra Nevada (Granada) y el de Hernández-Pacheco (1957), que describe las mineralizaciones de talco existentes en el macizo ultramáfico de Ojén (Málaga) y su relación con la tectónica. Finalmente, Alexandre y Alvarez-Estrada (1949), Alvarez-Estrada (1952 y 1962) y Alexandre y Sánchez Conde (1970), han estudiado los aspectos mineralógicos de diversas muestras de talcos españoles en relación con sus propiedades dieléctricas y cerámicas.

En el presente trabajo se aportan datos fundamentalmente mineralógicos de los yacimientos de talco de Puebla de Lillo, se incluyen además otros de tipo geológico y, finalmente, se discuten las condiciones de su formación.

Sobre los criaderos de talco en estudio apenas existen antecedentes bibliográficos si exceptuamos el trabajo de Hernández Sampelayo (1941), fundamentalmente de carácter geológico. Aspectos mineralógicos de este talco han sido tratados por Alexandre y Alvarez-Estrada (1949), por Alvarez-Estrada (1952 y 1962), García Vicente (1951), Alexandre y Sánchez Conde (1970) y Galán (1972a).

#### LOCALIZACION DE LOS DEPOSITOS DE TALCO

Los depósitos de talco de León se encuentran al Norte de la provincia (fig. 1), dentro del término municipal de Puebla de Lillo. La zona mineralizada queda situada al N y NW de Puebla de Lillo, está encuadrada en un sector de unos 10 kilómetros, en dirección E-W, por algo más de un kilómetro, en dirección N-S (Hoja núm. 79 del M. T. N. a 1:50.000).

El acceso se puede realizar por la carretera de León a Oviedo por Boñar y Puerto de San Isidro, por Puebla de Lillo.

La zona de los criaderos de talco es orográfica muy montañosa, con altitudes entre los 1.200 y 2.000 metros sobre el nivel del mar (la nieve recubre toda la zona desde noviembre hasta junio), lo que junto a la complicada geología, hacen muy

difícil la búsqueda de las zonas talquizadas y sus seguimientos.

Geológicamente está situada en los materiales Paleozoicos del Sur de la Cordillera Cantábrica,

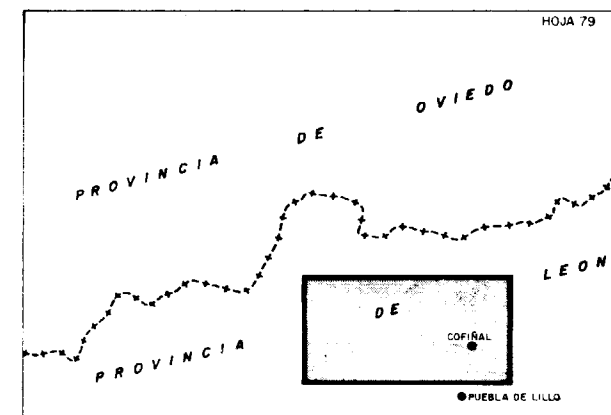


Figura 1

Situación geográfica de los depósitos de talco de Puebla de Lillo (León)

en su zona más externa, denominada por Lotze (1945) "Zona Cantábrica". Queda incluido el sector de los criaderos de talco, en el borde Sur de la Región de los Mantos, de acuerdo con la subdivisión en unidades que Julivert (1970) ha indicado para dicha zona cantábrica.

Los antecedentes geológicos sobre este sector con anterioridad a 1960 son escasos; caben citarse los de Schulz (1858) y Adaro y Junquera (1916), que se refieren a esta región de un modo general y el de Hernández Sampelayo (1941), que estudia concretamente el área de las minas de talco de Puebla de Lillo e Isoba. Modernamente, los principales trabajos geológicos que hacen referencia a esta zona

son los de Julivert (1960, 1967, 1970 y 1971), además de otros varios dedicados a la datación de diversos yacimientos fosilíferos.

En la figura 2 se ha representado el esquema geológico según un estudio fotogeológico que tiene como base la cartografía aportada por Julivert (1970).

Los materiales que afloran en este área son:

- Pizarras del Cámbrico.
- Cuarcitas armoricanas del Ordovícico (Skiddawense).
- Calizas griotte del Carbonífero inferior (Vienseense).
- Calizas negras de montaña del Carbonífero medio (Namuriense).
- Pizarras, areniscas y algunas capas de margas del Carbonífero medio (Westfaliense).
- Calizas con intercalaciones pizarrosas del Carbonífero medio (Westfaliense).
- Terrenos aluviales y localmente morrénicos del Cuaternario.

Las mineralizaciones se encuentran asociadas a las zonas dolomitizadas de la caliza de montaña que está orientada de E-W.

Los afloramientos de talco, conocidos hasta ahora en esta región, están localizados a ambos lados (E y W) de la carretera de Puebla de Lillo al Puerto de San Isidro, entre los kilómetros 3 y 6.

Existen dos zonas paralelas mineralizadas de dirección E-W. Entre los kilómetros 4 y 5 se encuentra la zona más meridional (fig. 2), que comprende diversos afloramientos desde la Respina hasta Cofiñal, y a la altura del kilómetro 6 se encuentra la alineación norte de calizas de montaña dolomitizadas y talquizadas, con afloramientos tales como los de la Rasa y los Niales. Separan ambas alineaciones la cuarcita armoricana.

Las mineralizaciones de talco aparecen con frecuencia en los contactos entre las calizas dolomitizadas y las pizarras. El contacto puede ser mecánico o normal; en el primer caso, las pizarras pueden estar totalmente laminadas, presentando entonces los talcos, en las proximidades de las pizarras, textura laminar. Otras veces, las mineralizaciones aparecen plenamente en zonas dolomitizadas, más o menos cercanas a las pizarras y cuarcitas, y su textura suele ser granular.

En la figura 2 se han señalado los afloramientos seleccionados para este estudio. El primer afloramiento T<sub>1</sub>, situado en la zona de La Respina, está actualmente en explotación. Aparece el talco en

contacto con la caliza de montaña, en el techo, y con pizarras carboníferas, en el muro. La aparición de cuarzo en el techo del talco es prácticamente constante en los diversos afloramientos de esta formación. El talco presenta en general textura granular, pero en las proximidades de las pizarras, la textura se hace sensiblemente laminar. La cantidad de óxidos de hierro, el grado de alteración de las pizarras y los efectos de los trabajos de la actual explotación, hacen muy difícil la observación de un contacto neto entre ambos materiales.

El segundo afloramiento T<sub>2</sub>, situado en el paraje de Cábano, es un yacimiento ahora no explotado en que aparece el talco con las pizarras carboníferas muy laminadas, como muro, y como techo, las calizas de montaña dolomitizadas, que a medida que se alejan de la talquización, disminuye su carácter dolomítico. Justo en el contacto de talco con la dolomía, aparece una zona silicificada.

#### MATERIALES

Los talcos de Puebla de Lillo presentan diferentes tonalidades, aunque esencialmente son blancos, negros y verdes. Otras variedades muestran colores intermedios: gris, verde claro, rosa pálido, etc. Generalmente el colorido del talco es homogéneo y los cambios se realizan de forma poco sensible, con pasos por tonalidades intermedias. Sin embargo, a veces se produce un listado entre los tonos blanco y negro, dando un talco de tipo cebrado muy característico.

Para el presente estudio se ha seleccionado una muestra de cada una de las cuatro tonalidades fundamentales de talco:

- Talco blanco (T<sub>B</sub>).
- Talco rosa (T<sub>R</sub>).
- Talco negro (T<sub>N</sub>).
- Talco verde (T<sub>V</sub>).

Para el estudio del yacimiento de La Respina (afloramiento T<sub>1</sub>) se han elegido los siguientes materiales:

- T<sub>1</sub>-1. Caliza de montaña muy dolomitizada de tonos claros y bastante cristalina.
- T<sub>1</sub>-2. Cuarzo blanco, en algunas zonas con cristales bien formados, en contacto con talco de colores blanco rosáceo y blanco verdoso.
- T<sub>1</sub>-3. Dolomía de color crema, talquizada.
- T<sub>1</sub>-4. Talco verde masivo, tomado del contacto con dolomía recristalizada.
- T<sub>1</sub>-5. Talco verde con pirita.

Se presenta además en este afloramiento el talco veteadado blanco y negro y asociaciones de talcos de diversas tonalidades.

Del afloramiento T<sub>2</sub>, situado en el Cábano, se han tomado las siguientes muestras:

- T<sub>2</sub>-1. Caliza de montaña masiva, de grano fino y tonos rosáceos, con grietas recristalizadas.
- T<sub>2</sub>-2. Caliza de color claro muy dolomitizada y con romboedros visibles.
- T<sub>2</sub>-3. Dolomita blanca cremosa muy cristalina con nódulos de talco blanco verdoso.
- T<sub>2</sub>-4. Asociación de talco bandeado blanco, en contacto con carbonatos talquizados y dolomía blanca muy cristalina en parte silicificada.
- T<sub>2</sub>-5. Dolomía muy talquizada, con óxidos de hierro y granos de pirita.
- T<sub>2</sub>-6. Dolomía color crema en contacto con talco grisáceo.
- T<sub>2</sub>-7. Pizarra totalmente talquizada de tonos rojizos con óxidos de hierro.

## TECNICAS Y METODOS EXPERIMENTALES

### 1. Difracción de Rayos-X.

El análisis mineralógico por difracción de Rayos-X, se ha efectuado por el método del polvo sobre todas las muestras totales, molidas convenientemente y tamizadas a 400 A. S. T. M. (<37 $\mu$ ).

Para las muestras de talco se ha utilizado además el método del "agregado orientado" (A. O.). Tales agregados, en algunos casos, han sido sometidos previamente a diversos tratamientos químicos y térmicos.

En el caso del talco verde se ha estudiado además la fracción menor de 20 $\mu$ , extraída de la muestra total mediante sedimentación en medio acuoso, dispersada por agitador mecánico y utilizando como dispersante una solución del preparado comercial Calgón, cuya composición corresponde a la de un polimetafosfato sódico.

Se ha efectuado un análisis mineralógico semicuantitativo sobre los difractogramas de A. O. de talco, tomando como poderes reflectantes los siguientes:

| Mineral    | Reflexión   | Poder reflec. |
|------------|-------------|---------------|
| Talco      | 9,3 Å (002) | 2             |
| Clorita Mg | 14 Å (001)  | 0,66          |

de acuerdo con los resultados obtenidos por Galán (1972b), que toma como valor unitario el de la reflexión a 7 Å de la caolinita ordenada.

Para la obtención de los difractogramas se ha utilizado un equipo Philips compuesto por las unidades PW-1130-1050-1051, con contador de centelleo y unidad discriminadora.

### 2. Análisis térmico.

Se ha efectuado el análisis térmico diferencial y el termogravimétrico de los distintos tipos de talco seleccionados, utilizando un aparato Deltatherm de la Technical Equipment, Inc., compuesto de las unidades D-2000 y D-4000, con bloque portamuestras de inconel y termopares de cromel-alumel. La velocidad de calentamiento fue de 10°/minuto. Las muestras para ATD, después de tamizadas a 270 ASTM, se diluyeron al 50 por 100 con alúmina calcinada, utilizando 0,20 gramos de la mezcla.

A partir de las pérdidas de peso, indicadas en las termobalanzas, debidas a la destrucción de la capa octaédrica de los talcos, se ha estimado semicuantitativamente el porcentaje de este mineral en las muestras analizadas.

### 3. Microscopía electrónica.

Han sido observadas las muestras de talco al microscopio electrónico en visión directa, por transparencia, previa dispersión en agua con ultrasonido, mediante un aparato Philips modelo EM 300.

### 4. Microscopía por luz transmitida y por luz reflejada.

Se han estudiado en lámina delgada de espesor standard los materiales no metálicos, utilizando un fotomicroscopio Zeiss. Las preparaciones correspondientes a las calizas dolomíticas han sido teñidas con rojo de alizarina y ferrocianuro potásico en la forma habitual, según el método de Arévalo Carretero (1966), con el fin de distinguir la calcita de la dolomita.

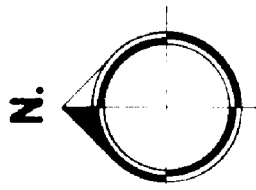
Para la observación de las probetas pulidas de los minerales metálicos que aparecen en la masa talquizada, se ha utilizado un microscopio Leitz modelo S. M. Pol.

### 5. Espectroscopía de infrarrojos.

Se han obtenido los espectros de infrarrojos de las cuatro variedades de talco escogidas, utilizando un aparato Perkin-Elmer modelo 225 con doble haz.



# ESQUEMA GEOLOGICO AL N-NW DE PUEBLA DE LILLO



0 500 1.000 1.500 M.

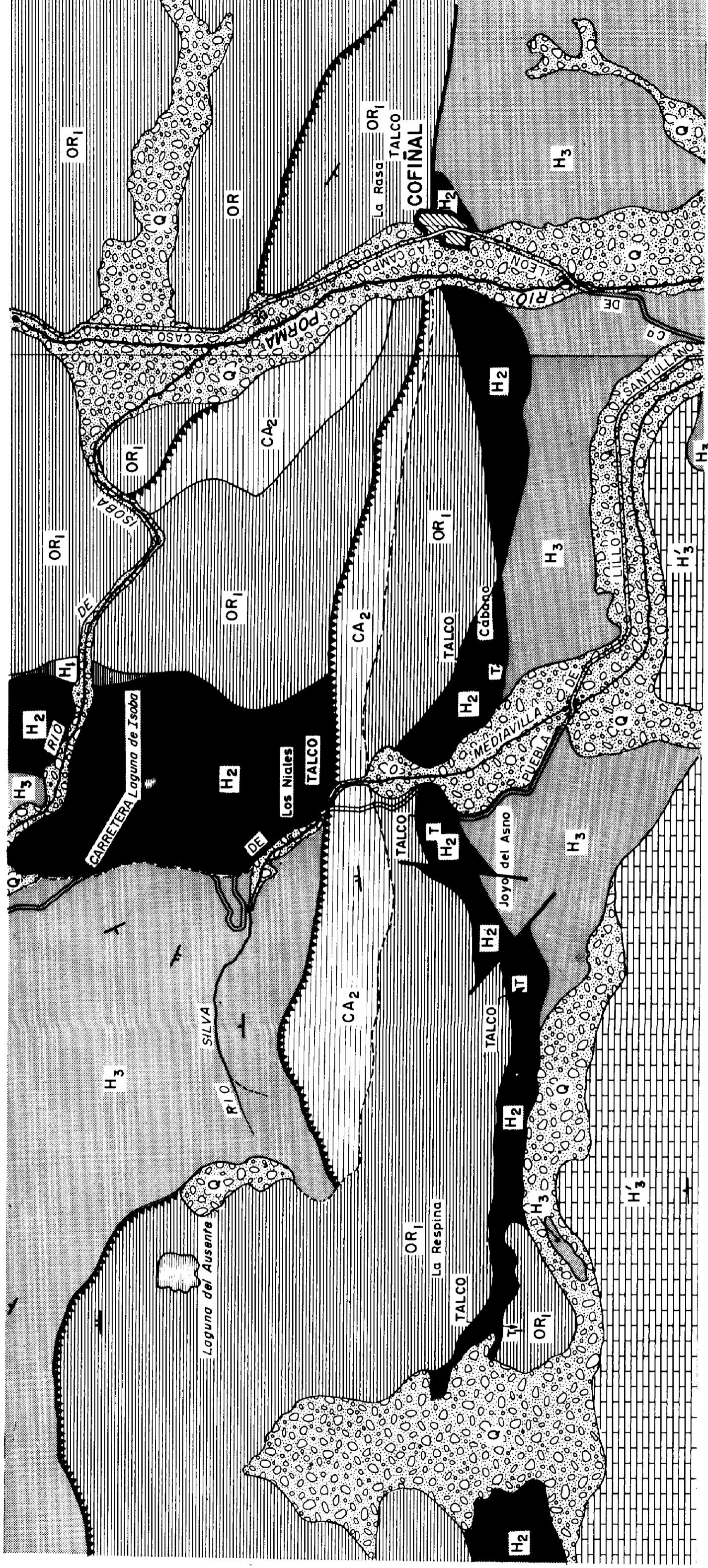


FIG. 2

## LEYENDA

- |  |                                                     |
|--|-----------------------------------------------------|
|  | MORRENAS Y TERRENOS ALUVIALES                       |
|  | CALIZAS CON INTERCALACIONES DE PIZARRAS             |
|  | PIZARRAS, ARENISCAS Y ALGUNA CAPA DE MARGA O CALIZA |
|  | CALIZA NEGRA (DE MONTAÑA)                           |
|  | CALIZA GRIOTTE VISEENSE                             |
|  | ORDOVICICO                                          |
|  | CAMBRICO                                            |
|  | CUARCITA BLANCA (ARMORICANA)                        |
|  | SKIDDAW                                             |
|  | PIZARRAS                                            |
|  | CONTACTO NORMAL                                     |
|  | FALLA O CONTACTO MECANICO EN GENERAL                |
|  | CABALGAMIENTO                                       |
|  | 80° DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LAS CAPAS             |
|  | CAPAS VERTICALES                                    |

Las muestras han sido preparadas con BrK y, para el estudio de la región entre 4000 y 3200  $\text{cm}^{-1}$ , han sido también preparadas las muestras con fluoro-lube.

#### 6. Análisis químico.

a) Determinación de  $\text{CO}_2$ , CaO y MgO.—A las muestras carbonatadas directamente relacionadas con el talco, se les ha determinado el porcentaje en  $\text{CO}_2$ , mediante un calcímetro tipo Bernard, y el contenido en CaO y MgO por complexometría.

b) Análisis químico general.—Se han analizado los distintos tipos de talco, determinando sílice por colorimetría, aluminio, titanio, hierro férrico, calcio y magnesio por complexometría, hierro ferroso por permanganimetría y sodio y potasio por espectrofotometría de llama.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

##### Afloramiento $T_1$ .

$T_{1-1}$ . Es una dolomía totalmente recristalizada de grano medio a grueso (fig. 3), cuyo único constituyente mineralógico fundamental es dolomita (fig. 4, Tabla I). Sus contenidos en  $\text{CO}_2$ , CaO y MgO son respectivamente: 44, 99; 29, 26 y 20,97 por 100, lo que corresponde a una dolomita prácticamente pura.

$T_{1-2}$ . Se presenta al microscopio como un agregado cristalino de talco que adopta la forma

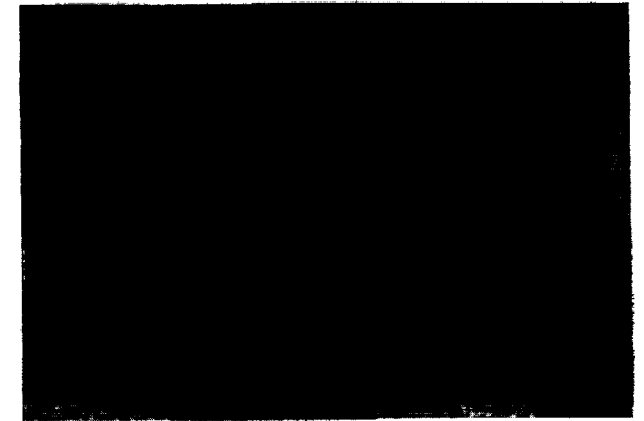


Figura 3  
Muestra  $T_{1-1}$ . Dolomía. Aumentos  $12\times$ .  $P\times A$

TABLA I  
Muestra  $T_{1-1}$ . Dolomía (polvo)

| d (Å) | I. rel. | Mineral  |
|-------|---------|----------|
| 13,82 | 0,96    | Clorita? |
| 9,35  | 1,78    | Talco    |
| 4,03  | 0,78    | Dolomita |
| 3,70  | 1,44    | Dolomita |
| 3,11  | 0,43    | Talco    |
| 3,03  | 0,48    | Calcita  |
| 2,86  | 100     | Dolomita |
| 2,67  | 1,92    | Dolomita |
| 2,52  | 2,02    | Dolomita |
| 2,39  | 2,02    | Dolomita |
| 2,18  | 7,69    | Dolomita |
| 2,06  | 0,96    | Dolomita |
| 1,84  | 1,15    | Dolomita |
| 1,80  | 5,53    | Dolomita |
| 1,78  | 6       | Dolomita |
| 1,57  | 0,86    | Dolomita |
| 1,54  | 1,2     | Dolomita |

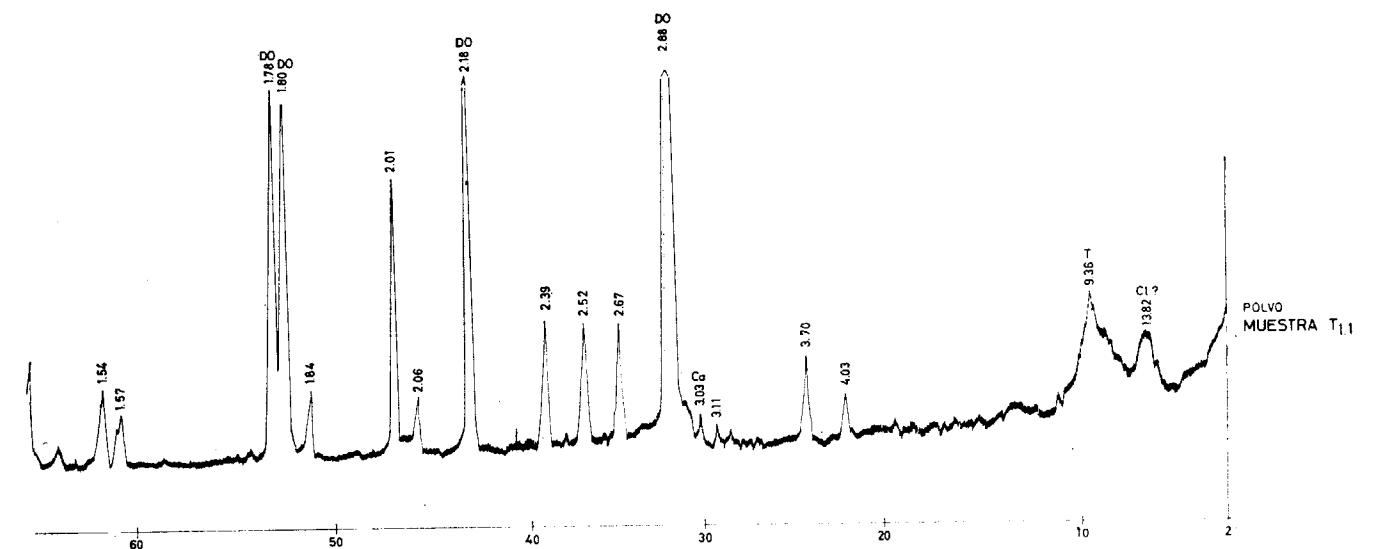


Figura 4  
Difractograma de polvo de la muestra  $T_{1-1}$  (Dolomía) Do=Dolomita, T=Talco, Cl=Clorita, Ca=Calcita



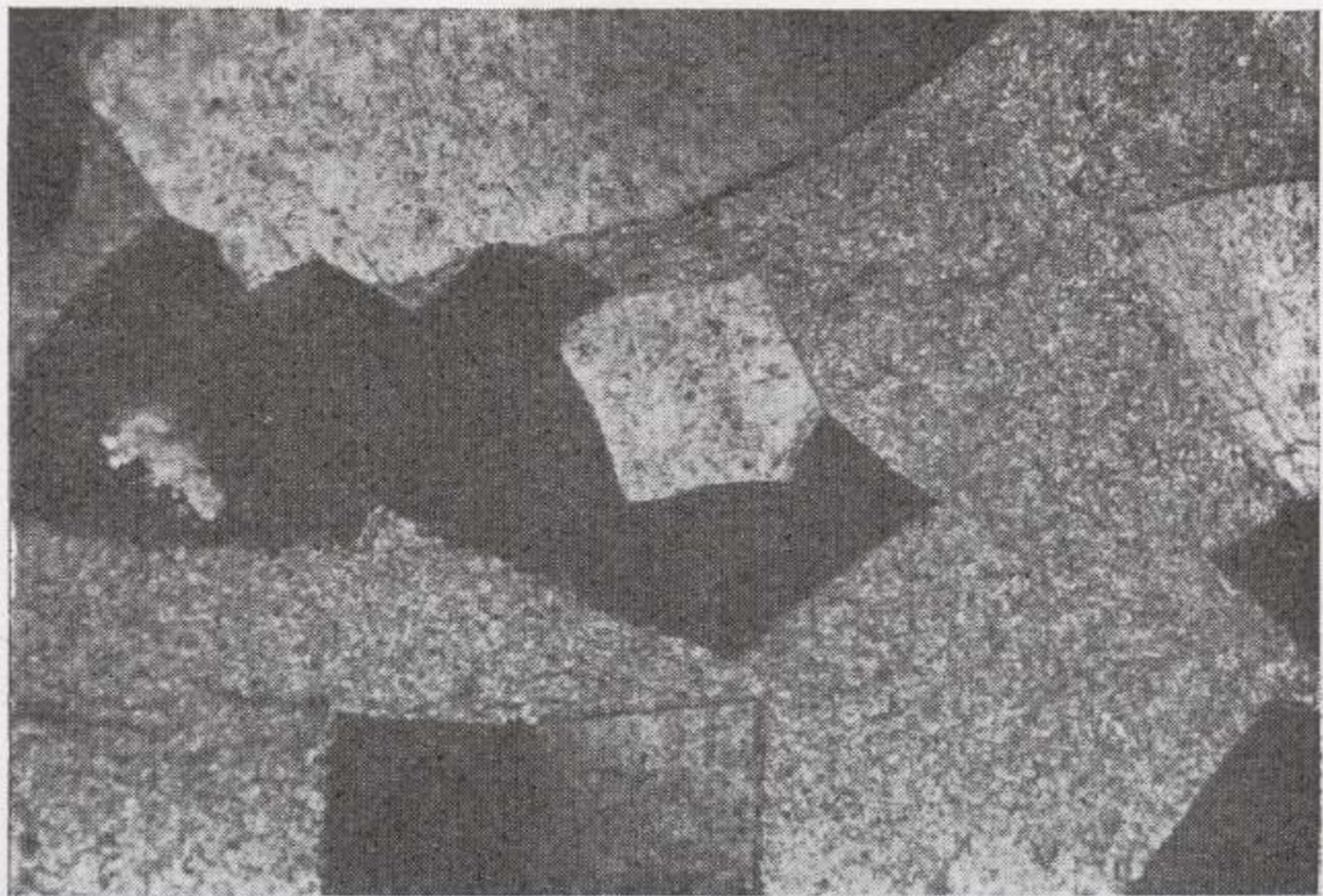


Figura 3

Muestra T<sub>1-1</sub>. Dolomía. Aumentos 12×. P×A

TABLA I



romboédrica de la dolomía (fig. 5). El hábito romboédrico queda marcado por menas metálicas que estarían en principio entre los granos de carbonato. Existen también granos de talco que pueden tener en su interior cristales de cuarzo secundario.

T<sub>1</sub>-3. Mineralógicamente (Tabla II) es un talco con impurezas de clorita.

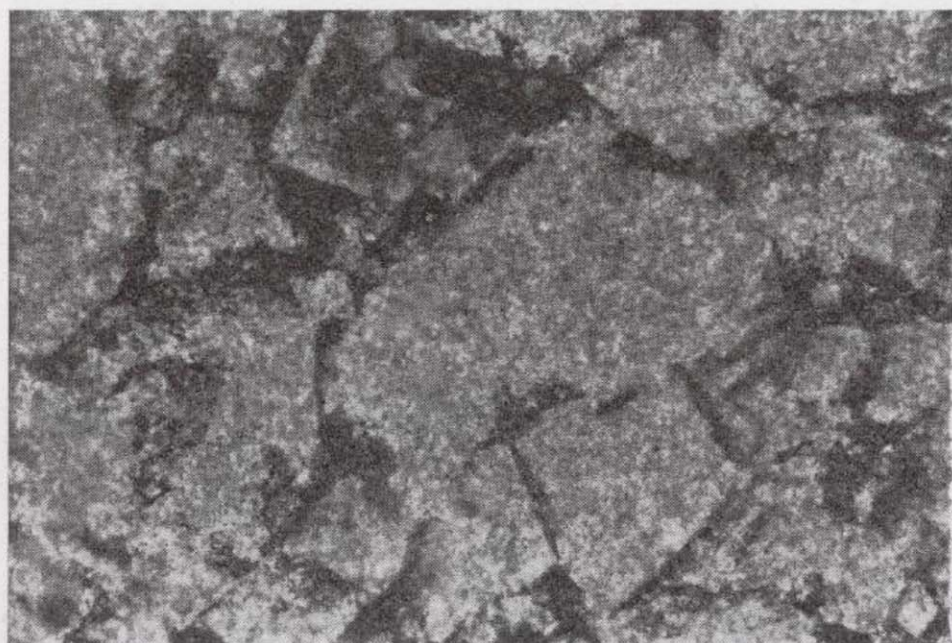


Figura 5

Muestra T<sub>1-2</sub>. Sustitución de Dolomita por Talco  
Aumentos 25×. P×A

TABLA II

Muestra T<sub>1-3</sub>. Talco blanco verdoso (polvo)

| d (Å) | I. rel. | Mineral |
|-------|---------|---------|
| 14,06 | 0,88    | Clorita |
| 9,32  | 100     | Talco   |
| 4,70  | 14,6    | Talco   |
| 4,59  | 12,85   | Talco   |
| 3,11  | 18,13   | Talco   |
| 2,59  | 5,58    | Talco   |
| 2,47  | 10,56   | Talco   |
| 2,22  | 2,29    | Talco   |
| 2,09  | 1,76    | Talco   |
| 1,87  | 4,40    | Talco   |
| 1,72  | 1,76    | Talco   |
| 1,67  | 2,64    | Talco   |
| 1,56  | 2,11    | Talco   |

T<sub>1</sub>-4. Se trata de un talco semejante al anterior, que incluye nódulos de pirita y que se presenta masivamente y sin hábitos típicos.

T<sub>1</sub>-5. Análoga a la muestra T<sub>1</sub>-3.

T<sub>1</sub>-6. Roca compuesta de cuarzo y minerales micáceos, con tamaño de grano muy pequeño y una ligera orientación. Se trata de una filita.

T<sub>1</sub>-7. Pirita con hábito de piritoedro. Se presenta dentro de la masa talquizada en las cercanías

del contacto con las pizarras y es muy diferente a la muestra de pirita masiva T<sub>1</sub>-4.

#### Afloramiento T<sub>2</sub>.

T<sub>2</sub>-1. Es una caliza criptocristalina muy fisurada con carbonatos recristalizados en las grietas, y como accesorios cuarzo y calcedonia distribuidos desordenadamente en esas grietas (figura 6).

T<sub>2</sub>-2. Dolomía recristalizada de grano medio a grueso, que en las zonas más fisuradas está alterada a talco y en paragénesis con carbonatos de pequeño tamaño. Los cristales de dolomía tienden a presentar en algunos casos formas fibrosas o fibrorradiadas.



Figura 6

Muestra T<sub>1-2</sub>. Caliza de montaña. Fisura con carbonato recristalizado y granos de cuarzo. Aumentos 16×. P×A

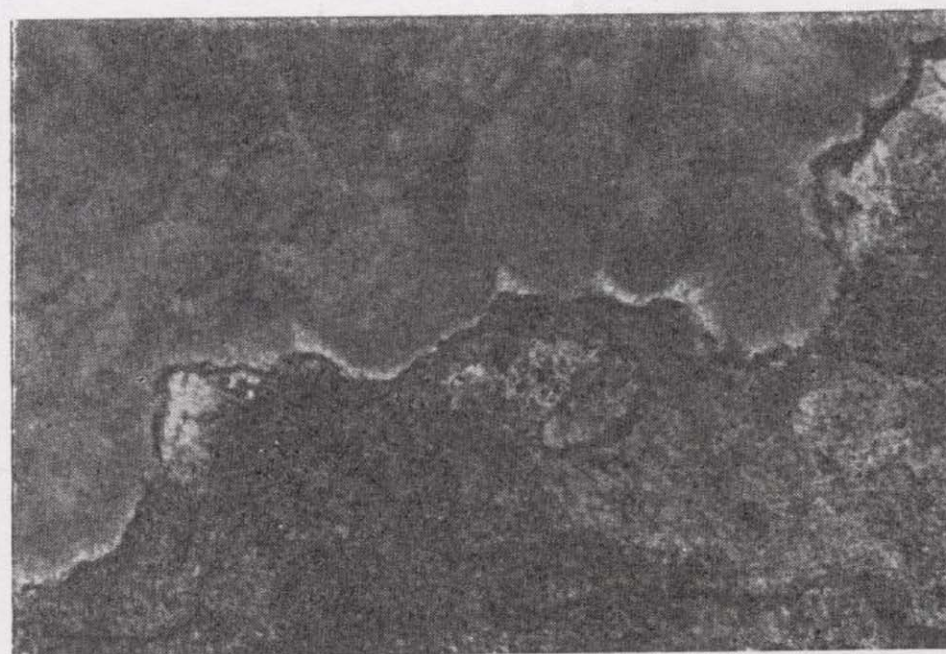


Figura 7

Muestra T<sub>2-3</sub>. Dolomía con nódulos de Talco (Contacto).  
Aumentos. 10×. P×A



T<sub>2</sub>-3. Muestra del contacto entre la dolomía y el talco (fig. 7). Este contacto presenta una característica, que se puede notar también a escala macroscópica, y es que la dolomía siempre ocupa la parte convexa y el talco la parte cóncava, lo que se ha interpretado como una sustitución de la dolomía por el talco.

Los porcentajes de CO<sub>2</sub>, CaO y MgO son 27, 70; 19, 63; y 11,49 por 100, respectivamente, lo que nos demuestra que esta dolomía no es tan pura como la T<sub>1</sub>-1; es además menos magnésica, puesto que la relación CaO, MgO es de 1,79, mientras que en la muestra T<sub>1</sub>1 es de 1,30, lo que indica que en contacto con el talco la dolomía es más cálcica e incluso debe existir calcita.

T<sub>2</sub>-4. Se trata de una dolomía recristalizada, en la que se distingue una zona con cristales de dolomía de gran tamaño, que oscilan entre 0,5 y 0,4 milímetros; otra zona, en la que los cristales de dolomía son de tamaño mucho menor, van asociados a una mena metálica y además aparece talco diseminado entre ellos, y por último, concentraciones de talco que separan a ambas zonas y que parecen englo-

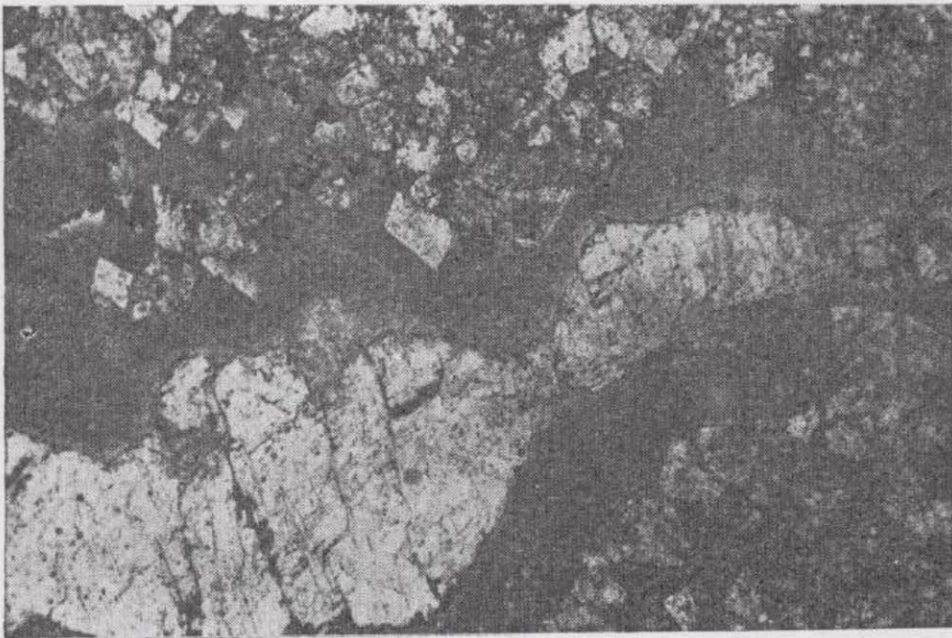


Figura 8

Muestra T<sub>2</sub>-4. Asociación de Dolomía y Talco en bandas. Aumentos 10×. P×A

blar a los granos gruesos de dolomía (Tabla III). La figura 8 muestra un aspecto de esta dolomía.

T<sub>2</sub>-5. Muestra de características semejantes a la anterior, encontrándose el talco en este caso distribuido irregularmente entre la superficie de contacto de los cristales.

T<sub>2</sub>-6. Microscópicamente se pueden observar romboedros perfectos (fig. 9), lo que nos da idea

TABLA III

Muestra T<sub>2</sub>-4. Talco blanco y negro en contacto con carbonatos (polvo)

| d (A) | I. rel. | Mineral  |
|-------|---------|----------|
| 9,30  | 100     | Talco    |
| 4,70  | 19,47   | Talco    |
| 3,12  | 94,74   | Talco    |
| 2,88  | 4,74    | Dolomita |
| 2,59  | 11,34   | Talco    |
| 2,48  | 19,74   | Talco    |
| 2,21  | 5,26    | Talco    |
| 1,86  | 6,32    | Talco    |
| 1,74  | 3,69    | Talco    |
| 1,56  | 2,63    | Talco    |

de la recristalización tan intensa que ha sufrido esta dolomía que se encuentra en contacto con el talco (fig. 10).



Figura 9

Muestra T<sub>2</sub>-6. Dolomía en Talco. Aumentos 10×. P×A

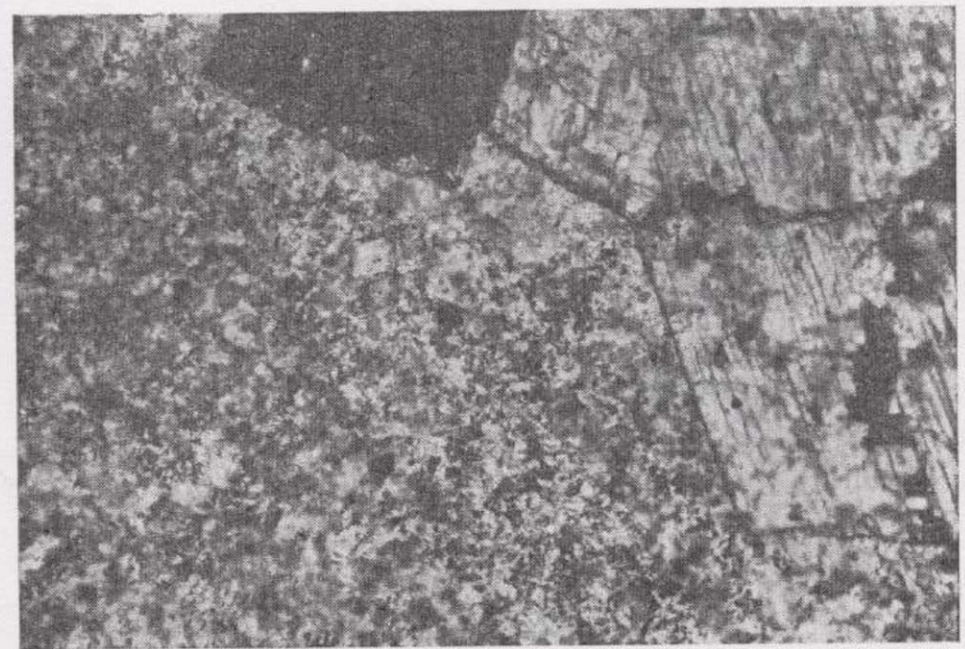


Figura 10

Muestra T<sub>2</sub>-6. Aumentos 10×. P×A



T<sub>2</sub>-7. Es una pizarra totalmente talquizada, en la que difractométricamente se ha podido comprobar la presencia de clorita en cantidades apreciables, así como de ligeras impurezas de micas.

*Caracterización de las principales variedades de talco.*

La mena de estos yacimientos es un talco masivo, en general bastante puro, cuya diferente tonalidad

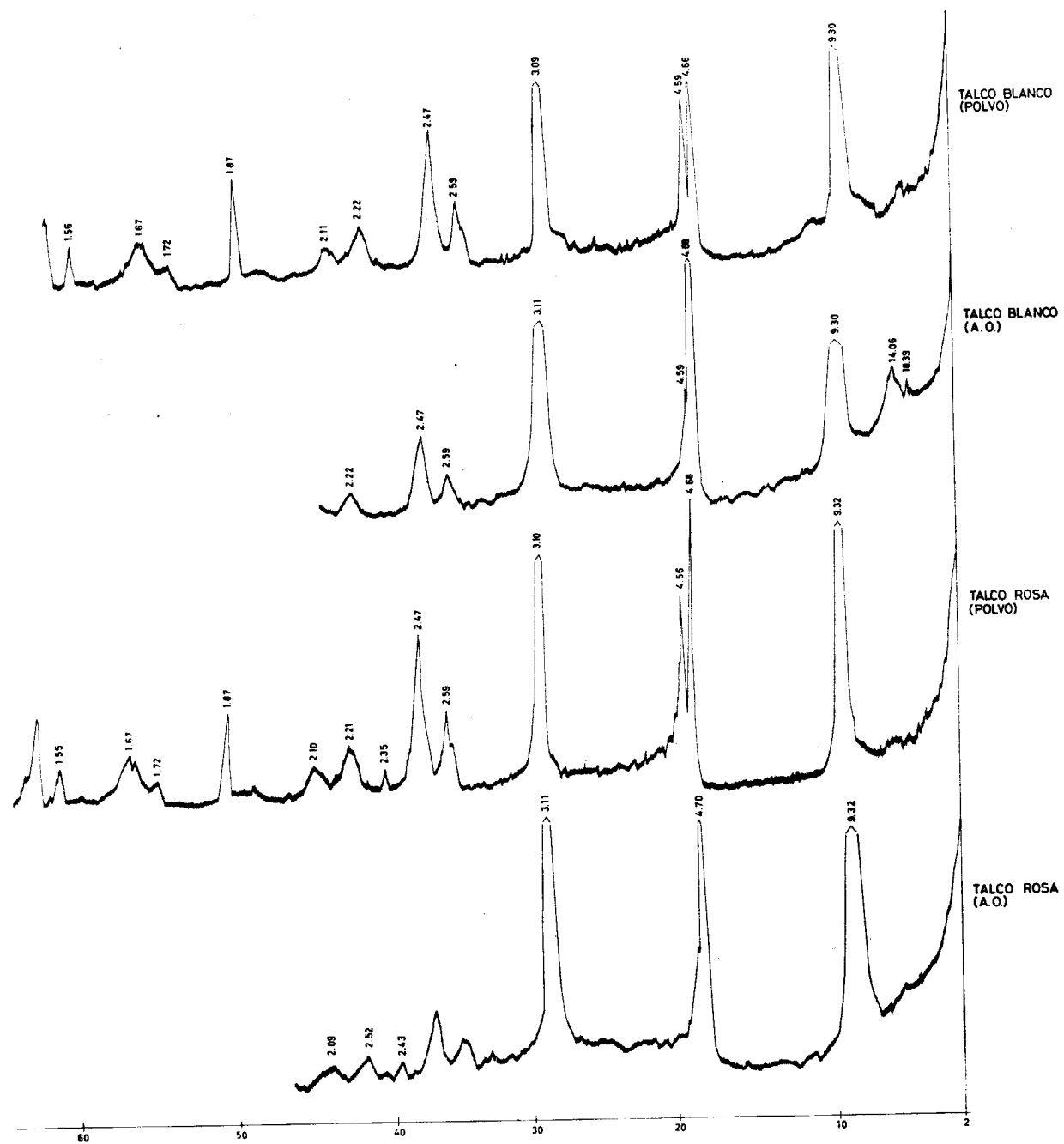


Figura 11

Difractogramas de polvo y de agregado orientado (A. O.) de los talcos blanco y rosa

es la base para su selección en distintas calidades comerciales.

Los cuatro tipos fundamentales de talco son: talco blanco, verde, negro y rosa. Existen además talcos con tonalidades intermedias en verde claro y gris. El paso de una tonalidad a otra puede hacerse transgresivo, como suele suceder en el caso del blanco a verde, o brusco, como ocurre frecuentemente entre el blanco y el gris o negro, hasta el punto de presentarse el talco en bandas blancas y negras o grises y negras, similar en aspecto a la "piedra franciscana".

*Talco blanco.*—Es el talco más puro desde el punto de vista mineralógico y químico, así como el más importante económicamente; sin embargo, no es el más abundante, y aunque varía de una explotación a otra, domina especialmente en las proximidades de la dolomía blanca. A veces se encuentran en su masa cristales de pirita bien cristalizados y con hábitos de piritoedros, octaedros, triquisoctaedros y otras formas en combinación. En las zonas más superficiales, la pirita aparece con frecuencia limonitizada, tiñendo a la esteatita de un ligero color amarillento, especialmente en las proximidades de los nódulos piríticos. Hernández Sampelayo (1941), encontró cristales pequeños de pirita en la zona de contacto de las dolomías con el talco blanco, y en el talco masivo, cristales de piritas bien formados y formas nodulares masivas.

El talco blanco está compuesto mineralógicamente sólo por talco, apenas impurificado por clorita, según se puede deducir de sus difractogramas de

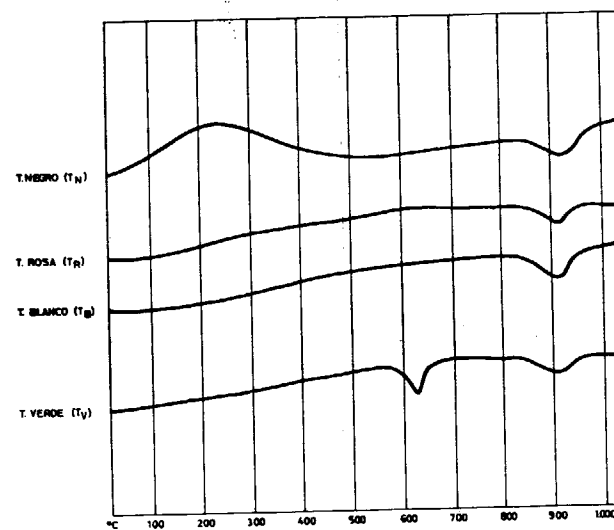


Figura 12

Curvas de ATD de las diferentes variedades de talco

polvo y agregados orientados (fig. 11) de su ATD (figura 12), de su TG (fig. 13) y de su espectro de IR (fig. 14).

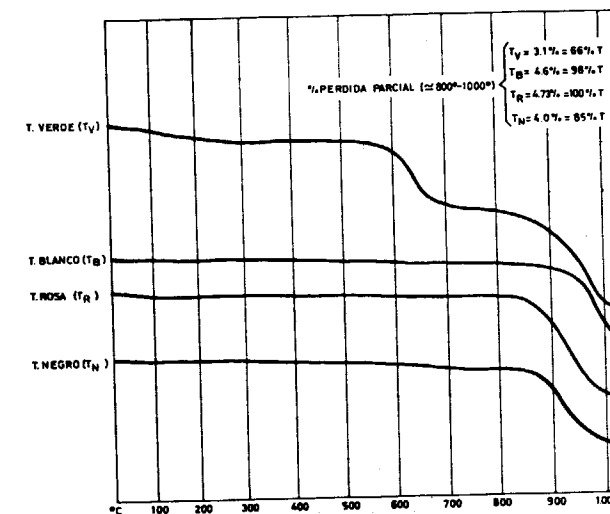


Figura 13

Curvas termogravimétricas de las variedades de talco

Las reflexiones del difractograma de polvo (Tabla IV) son todas características del talco, aunque las intensidades relativas no están de acuerdo con los datos aportados por Brown (1961) y con los encontrados en el fichero A. S. T. M. para este mineral, debido a su fácil orientabilidad aun en preparados de polvo, teóricamente desorientados.

La descomposición térmica ocurre entre los 850° y los 1.050° C. siendo la temperatura del mínimo próxima a los 950° C.; la anchura excesiva del endotérmico puede ser índice de un grueso tamaño de partícula o, de lo que es más lógico, de una asociación en grumos de las partículas. Hay que hacer notar a este respecto, que la roca talquizada presenta una compactación tal, que es imposible determinar su granulometría, dispersando en la forma acostumbrada con polimetafosfato, lo que indica, de acuerdo con Strakhov (1957), que debe tratarse de un material fuertemente diagenetizado, con lo cual esta roca, que podemos llamar talco-cita, presenta un aparente y falso tamaño de partícula, puesto que aparecen partículas gruesas, compuestas de otras de menor tamaño, que se comportan como verdaderas partículas naturales del material.

La pérdida de agua calculada de su diagrama de TG (fig. 13), es prácticamente igual a la teórica del talco (4,7 por 100), lo que indica que se trata de un talco casi puro.



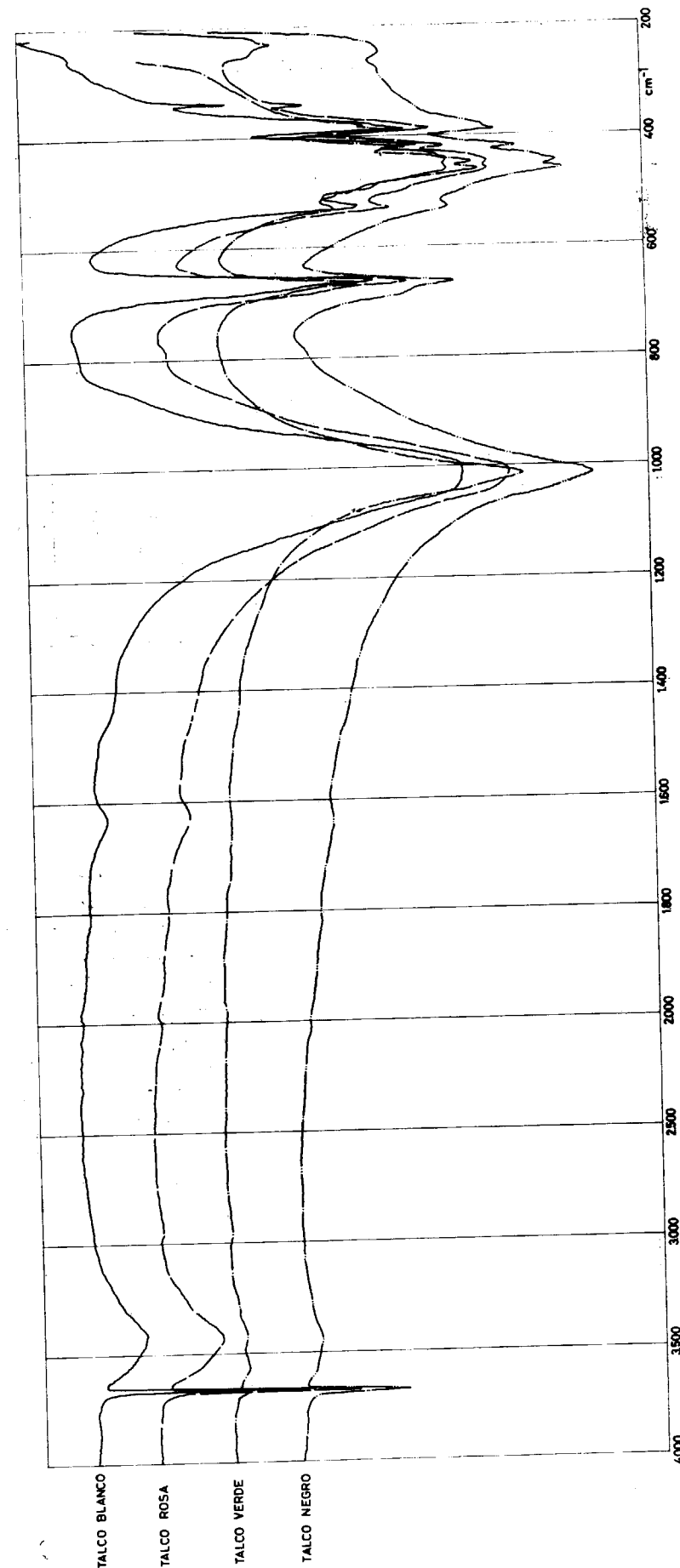


Figura 14  
Espectros de infrarrojos de las variedades de talco

TABLA IV  
Talcos: diagramas de polvo

|         | Intensidades relativas |             |            |              | Mineral     |
|---------|------------------------|-------------|------------|--------------|-------------|
|         | Talco verde            | Talco negro | Talco rosa | Talco blanco |             |
| 23,1-2  | 5,5                    | —           | —          | —            | Int. T-Cl   |
| 14,06   | 14,8                   | —           | —          | 1,2          | Clorita     |
| 11,42   | 2,2                    | —           | —          | —            | Int. T-Cl   |
| 9,30-32 | 100,0                  | 100,0       | 100,0      | 100,0        | Talco       |
| 7,52    | 1,6                    | —           | —          | —            | Int. T-Cl   |
| 7,00    | 22,9                   | —           | —          | —            | Clorita     |
| 5,46    | 1,6                    | —           | —          | —            | Int. T-Cl   |
| 4,66-70 | 29,6                   | 22,8        | 25,0       | 18,6         | Talco       |
| 4,56-59 | 30,3                   | 8,0         | 6,5        | 8,2          | Talco (Cl)  |
| 4,48    | 1,7                    | —           | —          | —            | Int. (T-Cl) |
| 3,53    | 24,8                   | —           | —          | —            | Clorita     |
| 3,11    | 98,5                   | 80,5        | 91,8       | 97,3         | Talco       |
| 2,84    | 4,8                    | —           | —          | —            | Clorita     |
| 2,59    | 15,0                   | 5,3         | 2,4        | 3,5          | Talco (Cl)  |
| 2,53    | 15,5                   | —           | —          | —            | Clorita     |
| 2,47    | 21,2                   | 11,0        | 5,0        | 7,6          | Talco       |
| 2,42    | 18,5                   | —           | —          | —            | Clorita     |
| 2,37    | 5,2                    | —           | —          | —            | Clorita     |
| 2,21-25 | 5,3                    | 3,0         | 1,4        | 2,6          | Talco       |
| 2,09    | 3,5                    | —           | —          | —            | Talco       |
| 1,99    | 8,2                    | —           | —          | —            | Clorita     |
| 1,87    | 5,5                    | 3,6         | 3,0        | 5,9          | Talco       |
| 1,82    | 2,8                    | —           | —          | —            | Clorita     |
| 1,72    | 3,5                    | 1,4         | 0,8        | 1,3          | Talco (Cl)  |
| 1,67    | 4,3                    | 2,2         | 1,4        | 2,5          | Talco (Cl)  |
| 1,56    | 6,4                    | 1,7         | 1,5        | 1,5          | Talco (Cl)  |

— Ausente o insignificante.  
Int. T-Cl=Interestratificado talco-clorita.  
(Cl)=Reflexión también adjudicada a clorita.

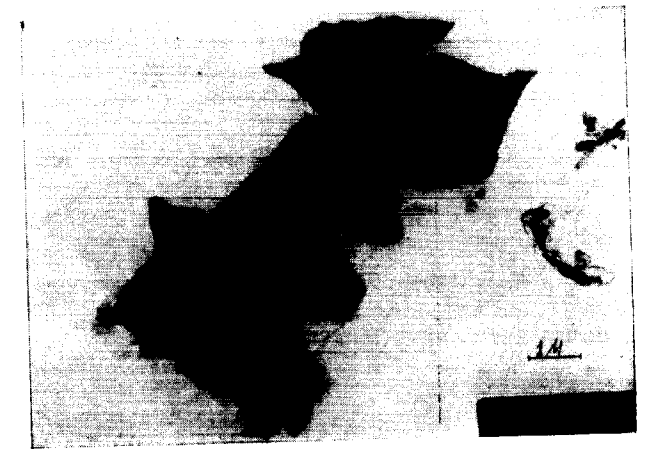
Al microscopio electrónico (figs. 15 y 16) presenta el aspecto micáceo típico no sólo característico del talco. El tamaño de partícula es muy variable desde cristales del orden de 0,1µ hasta cristales de varias micras.

En el espectro de infrarrojos se puede observar (figura 14) una primera banda a 3.773 cm<sup>-1</sup> característica de la agrupación OH-Mg; otra a 1.015 cm<sup>-1</sup> con una inflexión a 1.040 cm<sup>-1</sup> propia de vibración de tensión Si-O; una tercera banda a 665 cm<sup>-1</sup> puede ser atribuida, de acuerdo con Russell, Farmer y Velde (1970), a una vibración de deformación Mg-OH; dicha banda presenta un hombro a 685 cm<sup>-1</sup> correspondiente a una vibración Si-O. Por último, la serie de bandas que aparecen entre los 600-350 centímetros<sup>-1</sup> son típicas vibraciones de una capa

trioctaédrica. Se corresponde pues este espectro de IR con los obtenidos para talco standard por Stubican y Roy (1961).

Las bandas que aparecen en los espectros de los diferentes tipos de talco, hacia los 3.400 y 1.630 centímetros<sup>-1</sup>, son propias del agua que llevase el BrK empleado en la preparación de las pastillas para el análisis.

Preparando las muestras con fluorolube, se han

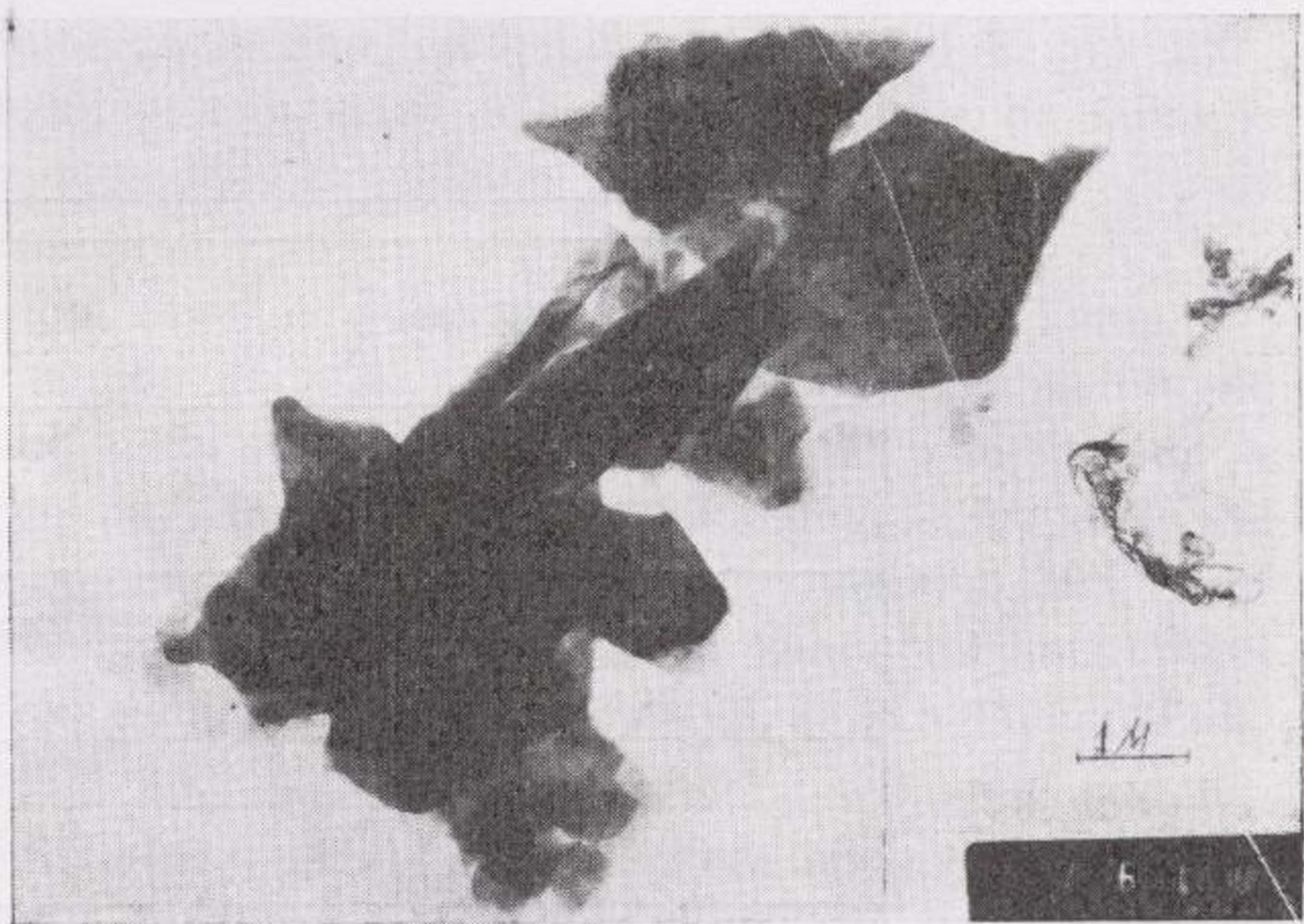
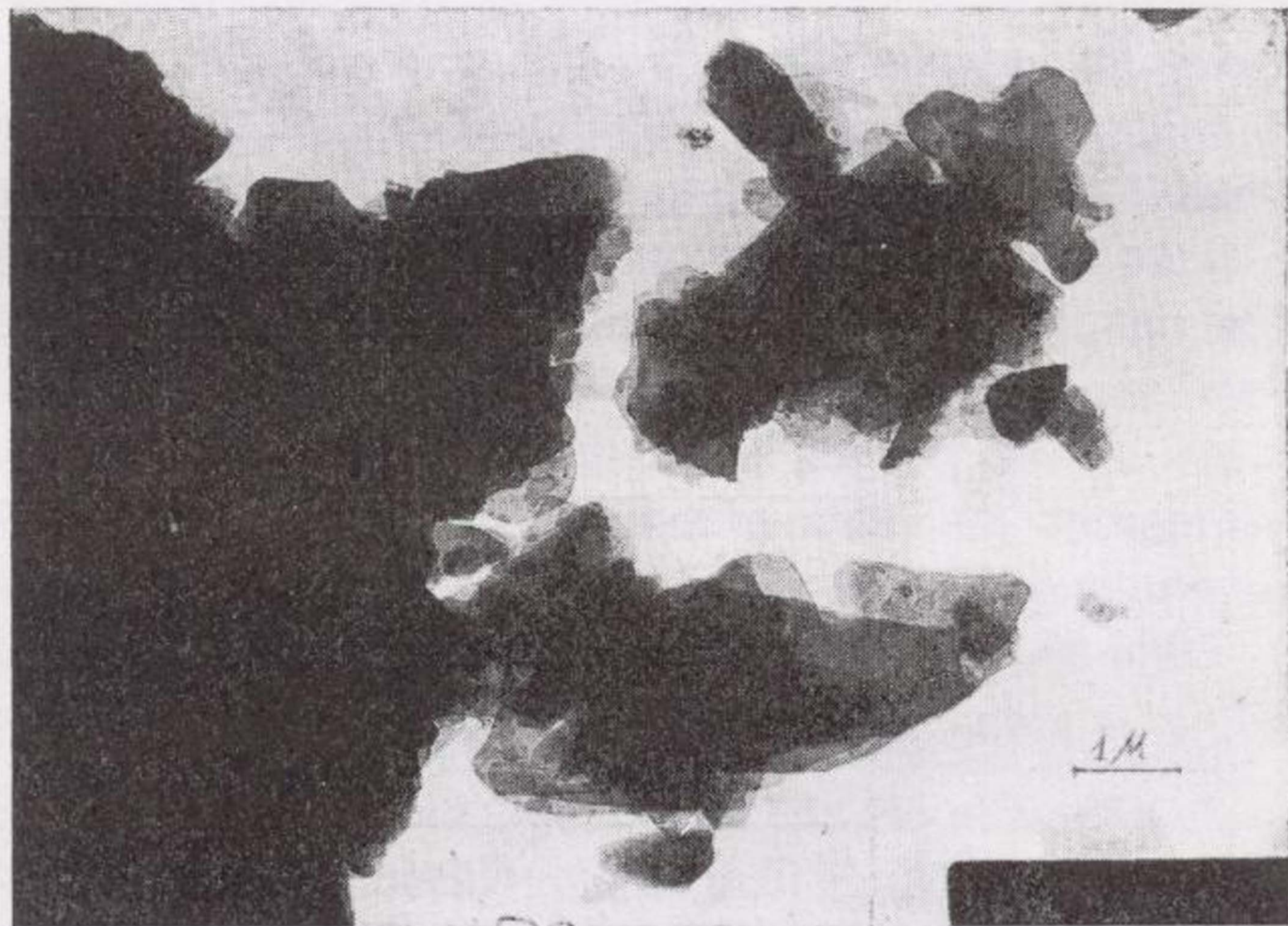


Figuras 15 y 16  
Microfotografía electrónica del talco blanco

investigado las regiones entre 4.000 y 3.200 cm<sup>-1</sup> de los distintos talcos (fig. 17), para observar, de acuerdo con los resultados de Wilkins e Ito (1967), las posibles sustituciones de Mg por otros cationes divalentes (Fe, Ni, Mn, etc. ...). Podemos afirmar que en ninguna de las cuatro variedades de talco existen sustituciones de este tipo.

La banda a 3.560 cm<sup>-1</sup> que aparece en el espectro del talco blanco (y también en las de talco ne-





Figuras 15 y 16

Microfotografía electrónica del talco blanco



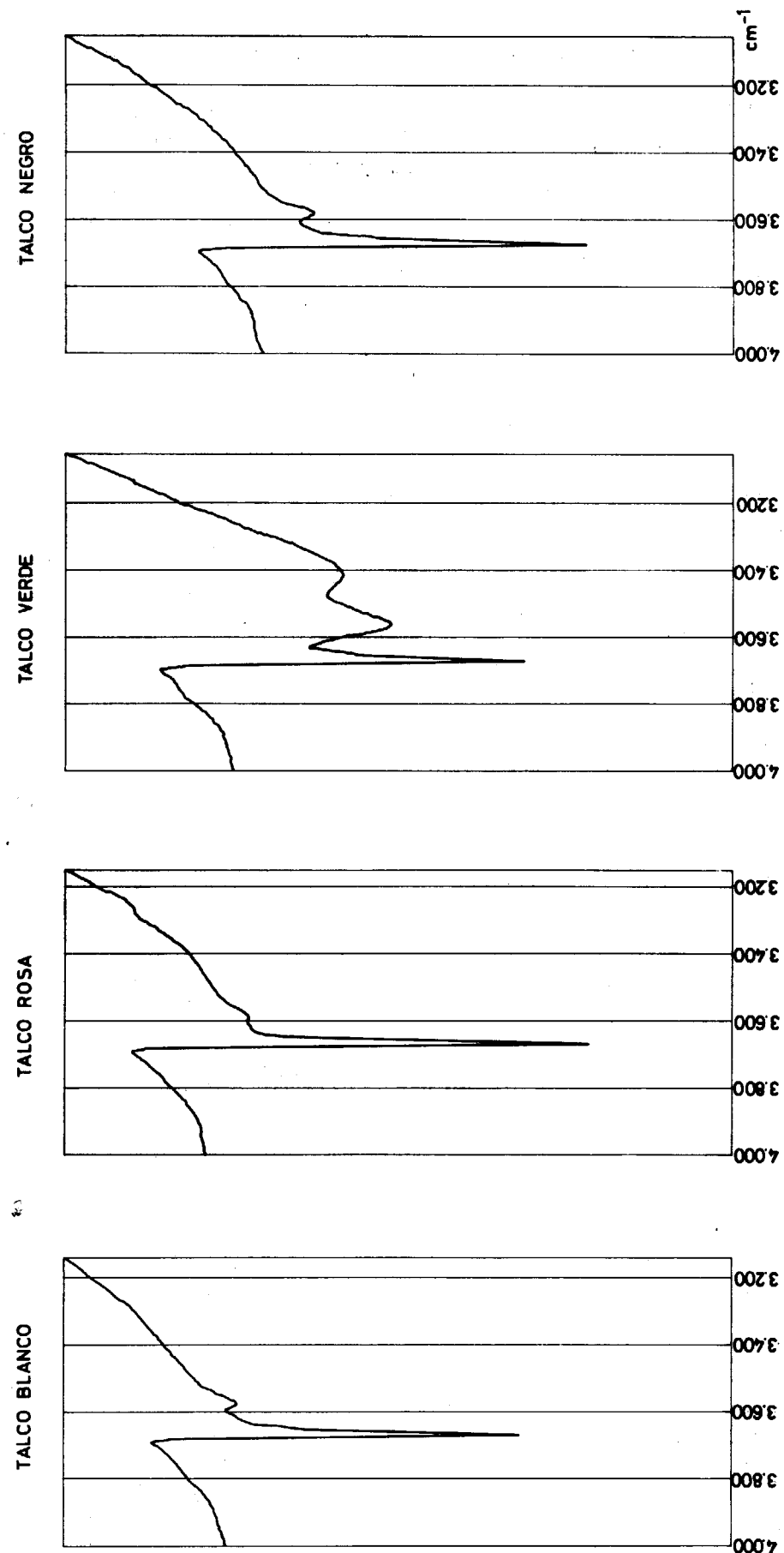


Figura 17  
Espectros de infrarrojos (con fluorolube) entre 4.000 y 3.200  $\text{cm}^{-1}$

gro y verde), es atribuible a pequeñas cantidades de clorita.

El análisis químico del talco blanco. (Tabla V) corresponde prácticamente a la fórmula teórica del talco ( $\text{SiO}_2=63,4\%$ ;  $\text{MgO}=31,9\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}=4,7\%$ ).

Las pequeñas cantidades de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{FeO}$  son debidas a la impureza de clorita, puesta de manifiesto por difracción de Rayos-X e IR.

*Talco rosá.*—El talco rosáceo es posiblemente el menos abundante de todos aunque aparece en grandes masas muy esporádicas, en general junto a dolomías cremosas. Mineralógicamente está constituido únicamente por talco (figs. 11, 12, 13, 14 y 17; tablas IV y V) inclusive no existen ni las pequeñas impurezas de clorita detectadas en el anterior. Termogravimétricamente se ha deducido un 100% de talco.

TABLA V

Análisis químicos talcos Puebla de Lillo

|                                   | T. blanco<br>% | T. rosa<br>% | T. verde<br>% | T. negro<br>% |
|-----------------------------------|----------------|--------------|---------------|---------------|
| $\text{SiO}_2$ . . . . .          | 62,00          | 61,80        | 52,49         | 62,10         |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . . | 0,77           | 0,51         | 7,35          | 0,51          |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . . | 0,00           | 0,29         | 0,73          | 0,17          |
| $\text{FeO}$ . . . . .            | 0,27           | 0,27         | 1,13          | 0,16          |
| $\text{MgO}$ . . . . .            | 31,65          | 31,65        | 31,34         | 31,65         |
| $\text{CaO}$ . . . . .            | 0,28           | 0,28         | 0,40          | 0,28          |
| $\text{TiO}_2$ . . . . .          | 0,00           | 0,00         | 0,00          | 0,00          |
| Pérdida por<br>calcificación.     | 4,61           | 4,82         | 7,18          | 4,98          |
| Total . . .                       | 99,58          | 99,62        | 100,62        | 99,85         |

El color de esta variedad de talco no es debido a impurezas de manganeso como habían insinuado otros autores, puesto que el porcentaje en este elemento es inferior al 0,00 por 100. Por otra parte, el color rosado persiste después de desecado a  $150^\circ$  y asimismo permanece un color céreo rosado, después de calentado a  $500^\circ\text{C}$  durante dos horas, por lo que tampoco es debido a efectos de la humedad, ni a defectos reticulares.

Comparando el análisis químico con el del talco blanco, sólo puede significarse el contenido en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , a cuya presencia podemos atribuir esta ligera coloración, al no evidenciarse por el momento ningún otro argumento que lo justifique.

*Talco negro.*—Este talco, junto con el talco gris (en diversas tonalidades), probablemente sea el más

abundante en el yacimiento, especialmente en las cercanías con las pizarras, donde aparece, bien totalmente negro, o vetado en bandas blancas y negras.

Mineralógicamente (figs. 12, 13, 14, 17 y 18) está compuesto por talco, clorita y un interestratificado, que estudiaremos al describir el talco verde por ser más abundante en esta última variedad.

La cantidad de clorita es pequeña, aunque más significativa que en el talco blanco.

En el diagrama de ATD (fig. 12) aparece un exotérmico hacia los  $200-300^\circ\text{C}$ , atribuible a impurezas de materia orgánica, que indudablemente son los que le prestan el color negro o gris a esta variedad. Su porcentaje es menor del 1 por 100, no se trata de grafito, como había sido sugerido, sino de materia orgánica no grafitizada, puesto que la oxidación del grafito tiene lugar a más alta temperatura y se habría manifestado por ATD. El porcentaje de talco deducido por TG es del 85 por 100.

*Talco verde.*—Es otra de las variedades abundantes de talco, su coloración varía desde el verde claro al blanco. Mineralógicamente (figs. 18, 12, 13, 14 y 17), es el talco más complejo. Está compuesto por clorita en cantidades variables, pero a veces tan importantes que pueden llegar hasta el 40 por 100; de un interestratificado a  $23,11-23,8\text{ \AA}$ ; de talco y, en pequeñas cantidades y no siempre presente, de cuarzo.

Del estudio difractométrico (fig. 18 y Tabla IV) se puede deducir como composición cualitativa de esta muestra: talco, clorita e interestratificado a  $23,11\text{ \AA}$ . En la figura 19 se ha recogido parte de ese difractograma de polvo a mayor sensibilidad, y en él se pueden reconocer hasta cinco órdenes sucesivos de ese interestratificado a  $23,11$ ;  $11,42$ ;  $7,52$ ;  $5,46$  y  $4,48\text{ \AA}$ .

Este interestratificado aparece en mayor cantidad en la fracción menor de 20 micras de esa misma muestra (fig. 19), donde, por otra parte, es más escasa la cantidad de clorita, por lo que parece que la clorita posee un tamaño de partícula relativamente grande.

La clorita se ha diferenciado difractométricamente de los restantes y posibles minerales que aparecen con reflexiones a  $14\text{ \AA}$  mediante diferentes tratamientos (fig. 20). Con etilenglicol, la reflexión a  $14\text{ \AA}$  no experimenta ningún cambio, luego no se trata de clorita hinchable, ni de montmorillonita; con  $\text{ClK}$ , la reflexión a  $14\text{ \AA}$  permanece y no hay colapsación de la red, luego no se trata de vermicu-

lita; y por calentamiento a 550° C, durante dos horas la reflexión a 7 Å desaparece, mientras la de 14 Å se intensifica como les ocurre a las verdaderas cloritas.

El interestratificado, ante estos tratamientos, sólo

varía su espaciado con etilenglicol, aumentando a 24,2, por lo que puede ser interpretado como un interestratificado regular a 50 por 100 del tipo talco-clorita, cuya suma de espaciados basales sería 23,3 Å y no debe sufrir variaciones ni con el calentamiento.

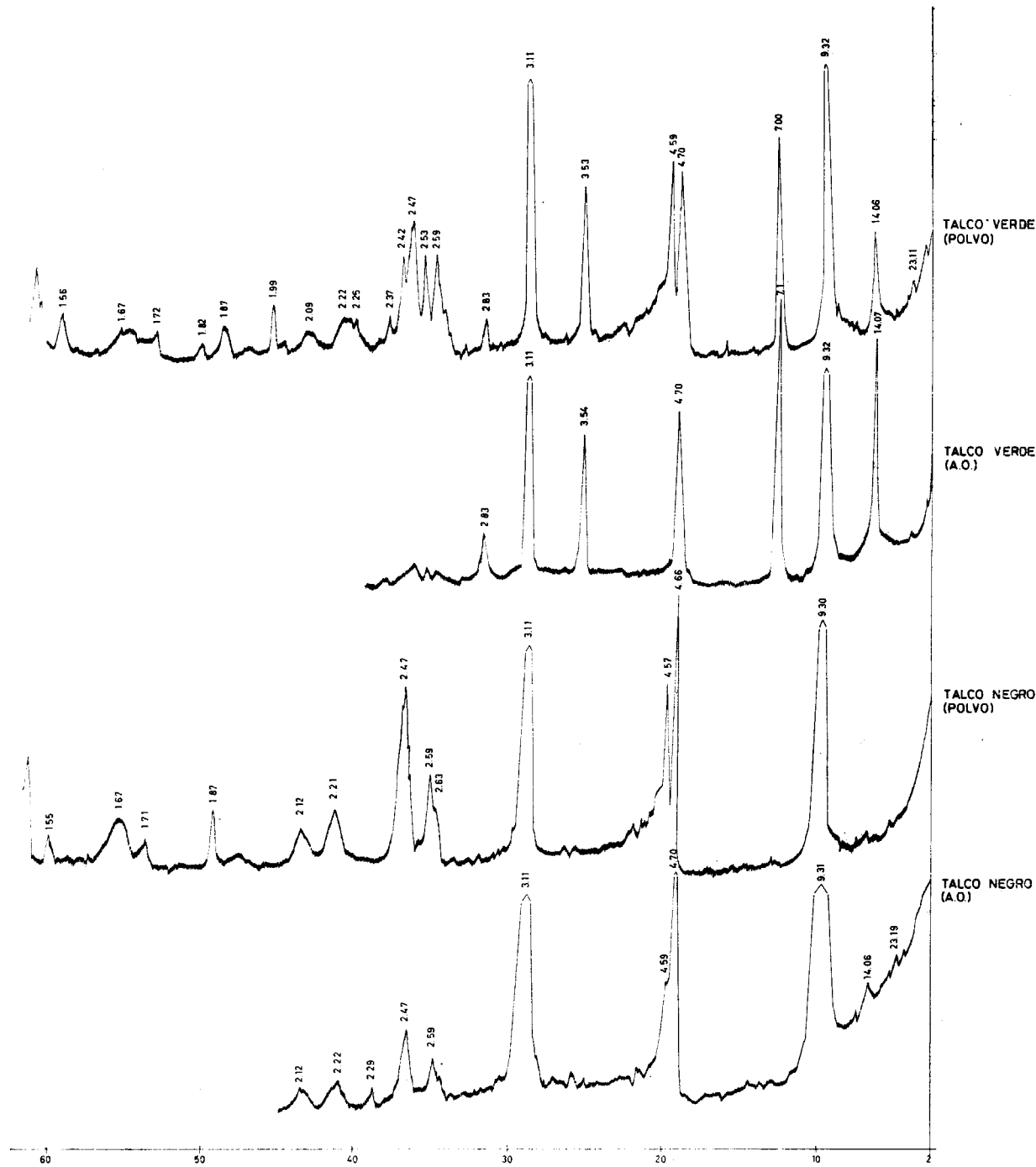
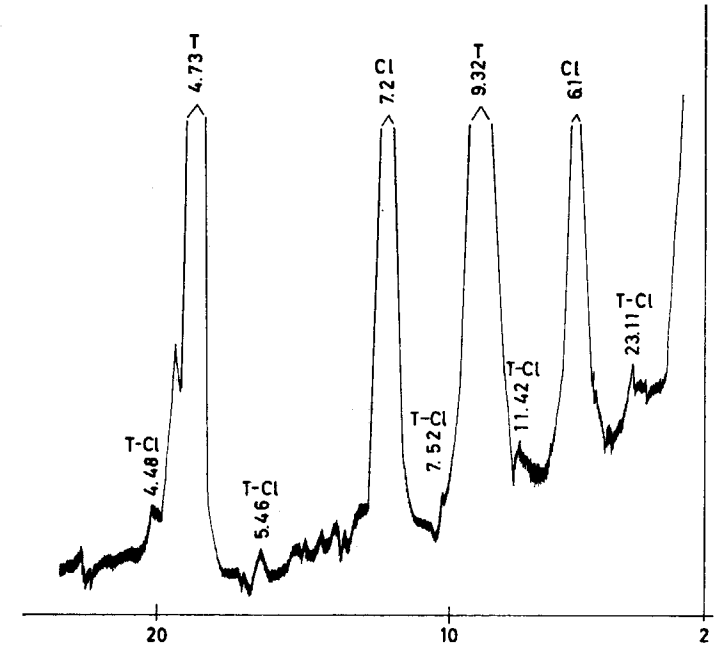


Figura 18

Difractogramas de polvo y de agregado orientado (A. O.) de los talcos negro y verde

INTERESTRATIFICADO TALCO-CLORITA (TALCO VERDE, POLVO)



TALCO VERDE (A.O. FRACCION < 20μ)

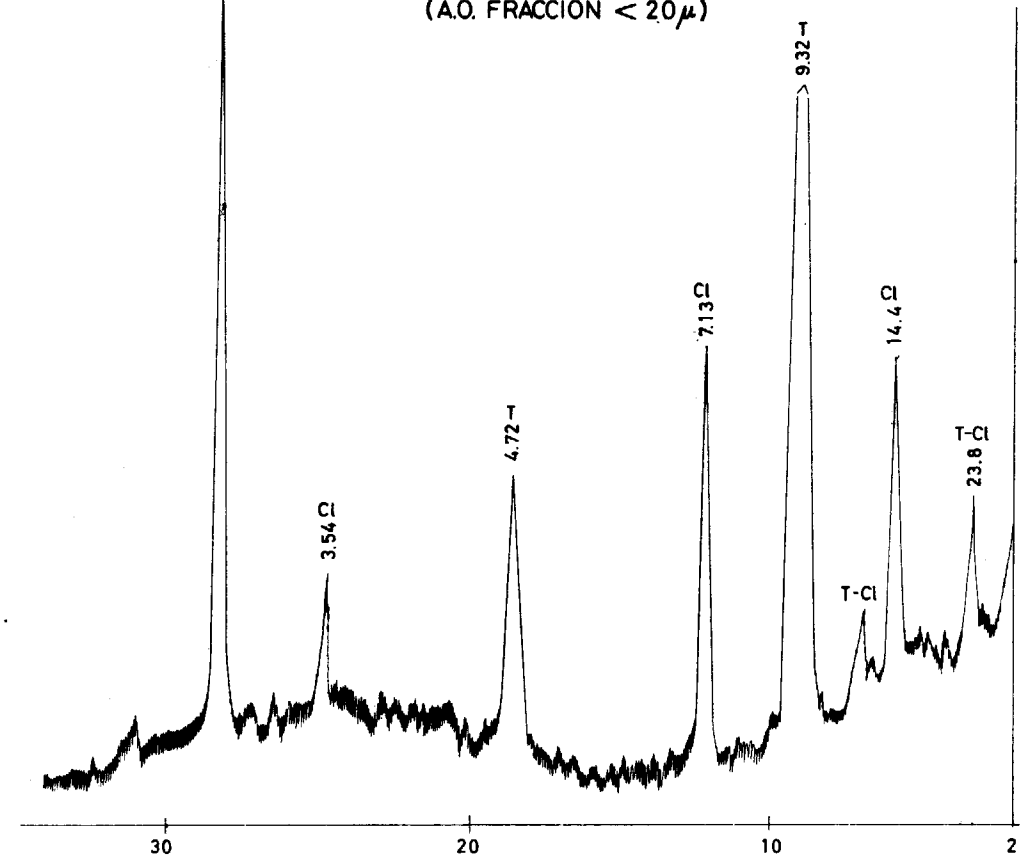
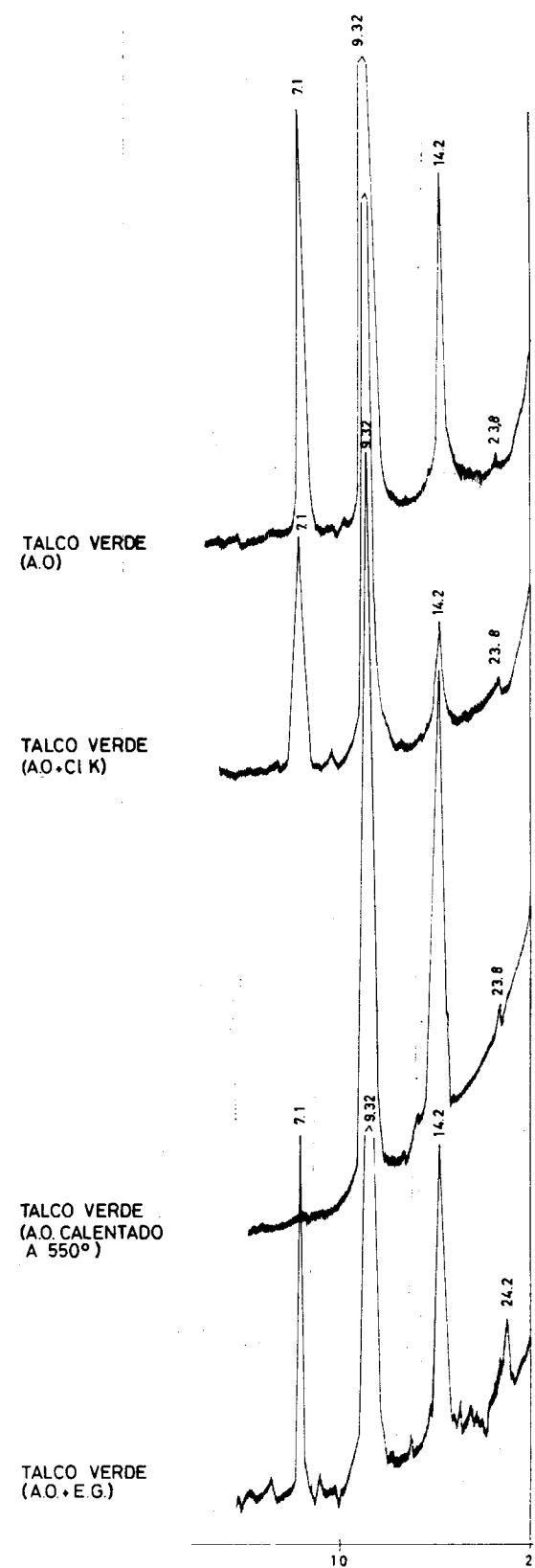


Figura 19

Difractogramas de polvo (total) y de A. O. (<20μ) del talco verde. Cl=Clorita, T=Talco, T-Cl=Interestratificado Talco-clorita





to, ni con el etilenglicol, luego si esto ocurre, aumentando el espaciado, es porque debe tratarse de clorita parcialmente hinchable.

Este interestratificado, talco-clorita, es probablemente la primera vez que ha sido descrito en la literatura científica.

La clorita presenta, según el método de Petruk (1964), un grado de asimetría de 0,7, y de acuerdo con la relación  $I_{002} + I_{004} / I_{003}$  corregida (1), se obtiene que en la capa octaédrica de la clorita hay un solo átomo pesado por celdilla.

Asimismo también se pone de manifiesto la presencia de clorita por IR (bandas a 3.560 y 3.420  $\text{cm}^{-1}$ ), ATD (endotérmico a Ca. 650° C, y endoexo a Ca. 800° C) y TG (pérdidas correspondientes a esas temperaturas).

Teniendo en cuenta que, mediante el análisis termogravimétrico (fig. 13), se ha determinado que la pérdida total del agua es idéntica a la obtenida por el análisis químico, o sea, 7,2 por 100, y que la pérdida correspondiente al talco supone sólo un 3,1 por 100, quiere decir que el agua restante forma parte de la clorita (considerando que la cantidad de interestratificado es despreciable).

El porcentaje de talco que se deduce por TG es del 66 por 100, luego prácticamente el 34 por 100 será de clorita, además todo el  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pertenecerá a la clorita, como así el 34 por 100 del  $\text{SiO}_2$  y  $\text{MgO}$  del análisis químico total (tabla V). Estos porcentajes, recalculados para un 100 por 100 de clorita, nos dan el análisis químico de este mineral, el cual, teniendo en cuenta la clasificación de Hey (1954), para cloritas, basada en el análisis químico, resulta tratarse de un clinocloro.

Puesto que el poder reflectante de la reflexión a 14 Å del clinocloro es 0,66 y el talco a 9,3 Å es de 2, en agregado orientado (Galán, 1972b) se puede determinar la composición mineralógica semi-

|                    | Talco | Clorita | Otros         |
|--------------------|-------|---------|---------------|
| T. blanco . . . .  | 98    | 2       | —             |
| T. rosa . . . . .  | 100   | —       | —             |
| T. negro . . . . . | 90    | 10      | Int. Cl. - T. |
| T. verde . . . . . | 60    | 40      | Int. Cl. - T. |

$$(1) I_{003} \text{ corregida} = I_{003} \text{ asimétrica} \times \frac{55,5^2}{(55,5 - \text{"grado de asimetría"} \times 12,3)^2}$$

Figura 20  
Comportamiento del talco verde con ClK, etilenglicol (E. G.) y calentado a 550° C

cuantitativa a partir de los difractogramas obtenidos para estas muestras (figs. 11 y 18).

Los datos concuerdan perfectamente con los deducidos por TG, salvo para el talco negro, en que al no considerarse difractométricamente la materia orgánica ni el interestratificado, los porcentajes obtenidos son sólo los relativos entre talco y clorita, pero no los reales.

El talco de Boñar (1) ha sido caracterizado por Aleixandre y Alvarez-Estrada (1949) y Alvarez-Estrada (1952 y 1962) con impurezas de brucita, piri-filita y clorita; sin embargo, García Vicente (1951) sólo encuentra como impurezas, clorita y cuarzo. Más modernamente Aleixandre y Sánchez Conde (1970), al estudiar varios tipos comerciales del talco de Boñar, identifican clorita como mineral secundario, y esporádicamente, dolomita, cuarzo y pirita, desechando la existencia, antes admitida, de la pirofilita mediante el estudio por infrarrojos. Por ello en esencia esta mineralogía coincide con la obtenida en nuestro estudio.

CONDICIONES DE FORMACION

En general, los depósitos de talco descritos en la literatura se presentan asociados a magnesitas, dolomitas o a rocas serpentínicas.

Los yacimientos de talco españoles están en esencia incluidos en los dos últimos tipos de asociaciones indicadas. Son además muy escasos los datos genéticos que se tienen sobre cualquiera de estos depósitos. Hernández Pacheco (1967) y Galán (1972a) describen el talco del macizo ultramáfico de Ojén (Málaga), y aportan algunos datos mineralógicos y genéticos, aunque no concluyentes.

Hoyos y Ahumada (1951) estudian la génesis del talco de Lúcar (Almería), que contiene tremolita y cuarzo, considerándolo como resultado de un metasomatismo silíceo de los dolomías con las que está asociado. Martín Pozas y Caballero (1972), al estudiar el yacimiento de magnesita del Puerto de la Cruz Verde (Madrid), encuentran talco como mineral secundario asociado a dolomita y magnesita, que explican como resultado de un proceso de silicificación de estos últimos minerales.

Hernández Sampelayo (1914), en el trabajo ya señalado del talco de Lillo, opina que en la dolomía

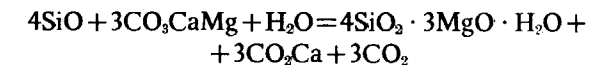
(1) Normalmente en la literatura suelen nombrar al talco de Puebla de Lillo como talco de Boñar, puesto que es en este pueblo donde existen las fábricas de talco de la región, aunque Boñar queda fuera de la zona talquizada.

por silicificación se ha originado el talco, pasando a través de riópsido, el cual, por reacción posterior con  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , formaría además de talco, calcita y cuarzo libre.

Teniendo en cuenta estas teorías y de acuerdo con nuestros resultados experimentales y observaciones de campo, debemos considerar sin duda que la roca madre del talco es la caliza de montaña carbonífera, especialmente en sus zonas dolomitizadas.

El problema de la dolomitización de las calizas cae fuera de los objetivos de este trabajo, por lo que suponemos, al discutir las condiciones de formación del talco, que partimos ya de las rocas dolomitizadas. Sin embargo creemos, teniendo en cuenta ciertas observaciones, que son de origen epigenético.

El proceso de talquización de la dolomita parece haberse producido mediante un paso directo de la dolomía a talco por silicificación, según la reacción:



Sin invocar pasos intermedios a fases de silicatos magnésicos tipo diópsido y tremolita, típicos de un metasomatismo silíceo de dolomías a altas temperaturas.

En apoyo de esta hipótesis está:

- a) La ausencia total de piroxenos y anfíboles.
- b) El mayor contenido en calcita de la roca original en las proximidades del contacto con el talco.
- c) La sustitución directa de cristales de dolomita por cristales de talco, conservándose las formas romboédricas de los carbonatos.
- d) La ausencia de hábito anfibólico en el talco.

En la primera fase, previa a la formación del talco, la dolomía sufrió un proceso de recristalización provocado por movimientos tectónicos, que ocasionaron además una cierta orientación de los cristales de carbonato, especialmente en las zonas cercanas a las fracturas. Probablemente y como consecuencia de la acción tectónica, tuvo lugar una removilización de sílice de los materiales cuar-cíticos y pizarrosos en contacto con las dolomías.

La sílice en solución, reaccionó con la dolomía, formándose talco y clorita magnésica, más o menos aluminica según fuese el contenido en minerales arcillosos de la dolomía (2).

(2) La especie de clorita asociada al talco es, en este caso, clinocloro, asociación que coincide con la descrita por Kuzvart (1956), en los talcos de los montes Spis, en Eslovaquia, y la descrita por Zwart (1954) en los talcos del Pirineo Francés.

El proceso de talquización de las dolomías ha sido pues debido a un metamorfismo silíceo a baja temperatura, a partir de la sílice de las rocas cuarcíticas y pizarrosas próximas, puesta en disolución mediante una etapa de deformación tectónica. El talco se formó posteriormente a estas deformaciones, durante la descompresión, puesto que, termodinámicamente, una excesiva presión condicionaría la reversibilidad de la reacción antes propuesta, y teniendo en cuenta además que tal reacción de formación de talco implica un aumento de volumen, la génesis de este talco tiene que ir ligada a una etapa de descompresión y en presencia de sílice abundante.

La existencia de zonas silicificadas entre las masas talquizadas y en las proximidades de las dolomías, es otra prueba de la removilización de sílice ocurrida y de su abundancia.

Posteriormente a la talquización, las dolomías fueron aún sometidas a otras deformaciones, provocando la orientación del talco de las zonas externas de las dolomías, especialmente en los contactos con las pizarras. Estas presiones pueden ser debidas bien a efectos tectónicos o bien provocadas por el aumento de volumen de las propias dolomías talquizadas.

En las dolinas, grietas y depresiones topográficas de las dolomías se observan particulares concentraciones de talco. Estas acumulaciones se deben, muy probablemente, a una removilización meteorítica del talco durante el proceso general de karstificación que ha afectado a la caliza de montaña.

#### DATOS ECONOMICOS

Los yacimientos de talco de Puebla de Lillo pertenecen a dos compañías mineras: Sociedad Española de Talcos e Ibérica de Talcos, S. A. La primera de ellas trabaja desde muy antiguo en la región (unos cincuenta años) y es la que posee la mayor parte de las concesiones (unas 7.000 pertenencias), mientras la segunda, Ibérica de Talcos, S. A. empezó a explotar en 1970.

Los dos afloramientos estudiados pertenecen a esta segunda compañía, que posee en total unas 2.800 pertenencias en concesión. La explotación se realiza a cielo abierto (sólo durante los meses de mayo a noviembre) y mediante galerías (todo el año). La producción es de unas 8-10.000 Tm/año,

con un rendimiento de 100 por 100. La selección del material bruto se hace a mano, y posteriormente, la molienda, venteo y tamizado, se realiza mecánicamente. Se elaboran varias calidades, aunque esencialmente distintas, sólo tres: una para perfumería, otra para la industria papelera y otra para la industria cerámica, con lo que cubren gran parte del amplio campo de aplicaciones de este material (fig. 22). Estas dos últimas calidades consti-

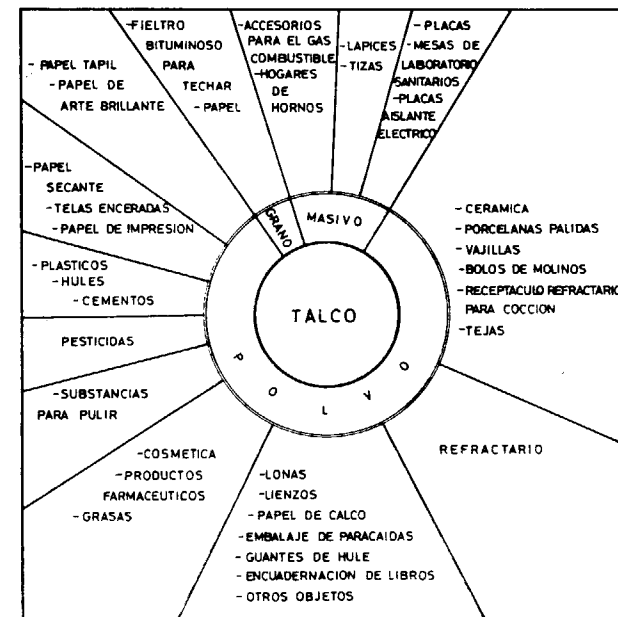


Figura 21

Utilización industrial del talco (Robertson, 1960)

tuyen el 70-80 por 100 de la producción. El precio por tonelada oscila entre 1.250 y 6.000 pesetas, según calidades, siendo en parte exportado a Bélgica y Noruega.

#### AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Prof. Serratos, del Instituto de Edafología de C. S. I. C., la ayuda prestada en el estudio por infrarrojos de los diversos talcos; asimismo damos las gracias a nuestros compañeros del Departamento de Cristalografía y Mineralogía por las numerosas discusiones mantenidas sobre el presente tema.

Finalmente, agradecemos la amabilidad que los directivos de Ibérica de Talcos, S. A. han tenido en todo momento para con nosotros, especialmente durante las visitas a los depósitos estudiados.

#### BIBLIOGRAFIA

- ADARO, L. DE y JUNQUERA, F. (1916): *Hierros de Asturias. Criaderos de hierro de España* (T. II). Mem. IGME Madrid, 610 pp.
- ALEIXANDRE, V. y ALVAREZ-ESTRADA, D. (1949): *Estudio físico-químico de varios talcos españoles y de algunas masas cerámicas esteatíticas*. Anal. Real Soc. Esp. Fís. y Quím. Serie B, 45, 1075-1104.
- ALEIXANDRE FERRANDIS, V. y SÁNCHEZ CONDE, C. (1970): *Curvas dilatométricas de talcos granulares y de talcos laminares*. Bol. Soc. Esp. Cerm. 9, 741-794.
- ALVARES-ESTRADA, D. (1952): *Estudios sobre talcos españoles y sus aplicaciones en dieléctricos para la alta frecuencia*. Tesis Doctoral, Publ. de la Facultad de Ciencias. Madrid, 134 pp.
- ALVAREZ-ESTRADA, D. (1962): *Las materias primas cerámicas españolas*. Bol. Soc. Esp. Cerám. 1, 217-219.
- ARÉVALO CARRETERO, P. (1966): *Diferenciación de los principales minerales sedimentarios mediante técnicas de tinción selectiva*. Anal. Edaf. y Agrobio. 25, 689-696.
- BROWN, G. (Editor) (1961): *X-ray identification and Crystal-structure of clay minerals*. Mineralogical Society. London.
- CALDERÓN, S. (1910): *Los minerales de España*. Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas. Madrid.
- GALÁN HUERTOS, E. (1972a): *Field-Trips Guide of the 1972 International Clay Conference*. Soc. Esp. Arc. Madrid.
- GALÁN HUERTOS, E. (1962b): *Caolines españoles. Geología, Mineralogía y Génesis*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Madrid, 596 pp.
- GARCÍA VICENTE, J. (1951): *Estudio mineralógico de algunos talcos españoles*. Anal. Edaf. y Fisiol. Veg. 10, 585-594.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1941): *Los criaderos de talco de Lillo*. Not. y Com. IGME, 8, 3-48.
- HERNÁNDEZ PACHECO, A. (1967): *Estudio petrográfico y geoquímico del macizo ultramáfico de Ojén (Málaga)*. Est. Geol., 23, 85-143.
- HEY, M. H. (1954): *New review of the chlorites*. Miner. Mag., 30, 277-292.
- HOYOS, A. y AHUMADA, M. (1951): *Análisis de un talco blanco de Lúcar (Almería). Génesis de un talco de Lúcar (Almería)*. Anal. Edaf. y Fisiol. Veg., 10, 117-124 y 125-133.
- HOYOS, A. y DELGADO, M. (1958): *Estudio mineralógico de un talco*. Anal. Edaf. y Fisiol. Veg., 17, 163-172.
- JULIVERT, M. (1960): *Estudio geológico de la cuenca de Beleño (Valles altos del Sella, Ponga, Nalón y Esla)*. Bol. IGME, 77, 1-346.
- JULIVERT, M. (1967): *La ventana del río Monasterio y la terminación meridional del manto del Ponga*. Trabajos de geología, 1, 59-76.
- JULIVERT, M. (1970): *Memoria y hoja número 99 (Puebla de Lillo), del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000*. IGME. Madrid.
- JULIVERT, M., TRUYOLS, J. y GARCÍA ALCALDE, J. (1971): *Memoria y hoja número 10 (Mieres) de la síntesis del Mapa Geológico de España a escala 1:200.000*. IGME, Madrid.
- KUZVART, M. (1956): *The deposits of talc in the Spi-Gemer MTS in Slovakia*. Sbornik UUG, 23, 441-473.
- LOTZE, F. (1945): *Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta*. Geotekt. Forsch., 6, 78-92 (Traduc. en Publ. Extr. Geol. Esp. C.S.I.C., Madrid, 1950, 5, 149-166).
- MARTÍN POZAS, J. M. y CABALLERO, M. A. (1972): *Estudio del yacimiento de magnesitas del Puerto de la Cruz Verde (Madrid)*. Est. Geol., 28, 155-165.
- MENDIZÁBAL, J. (1941): *Estudio industrial del caolín en la España Nacional*. Not. y Com. IGME, 8, 49-80.
- PETRUK, W. (1964): *Determination of the heavy atom content in chlorite by means of the X-ray diffractometer*. Amer. Min., 49, 61-71.
- ROBERTSON, R. M. S. (1960): *Minerals use guide of Robertson spiders' Webs*. Clearer-Hume Press, London.
- RUSSEL, J. D., FARMER, V. C. y VELDE, B. (1970): *Replacement of (OH) by (OD) in layer silicates, and identification of the vibrations of these groups in infra-red spectra*. Min. Mag., 37, 899-879.
- SCHULZ, G. (1958): *Descripción geológica de la provincia de Oviedo*. Madrid, 138 pp.
- STUBICAN, V. y ROY, R. (1961): *A new approach to assignment to infrared absorption band in layer-structure silicates*. Z. Kristallogr., 115, 200-214.
- STRAKHOV (1957): *Méthodes d'étude des roches sédimentaires*. Moscou.
- WILKINS, R. W. T. e ITO, J. (1967): *Infrared spectra of some synthetic talcs*. Amer. Min., 52, 1649-1661.
- ZWART (1954): *La géologie du Massif de Saint Berthélémy Pyrénées, France*. Edwar Ijdo. N. V. Leiden, 6-223.

Recibido: Julio 1973.





# INFORMACION

## La investigación de minerales de hierro dentro del II y III PDES (\*)

En el capítulo I, "Política de educación e investigación, del proyecto del II PDES" se señalaba: "...se abordará un programa nacional de investigación minera que permita una evaluación de los recursos nacionales y un mejor conocimiento de las condiciones de explotabilidad de las actividades mineras en curso..."

En relación a la minería de hierro española debía alcanzarse una producción que permita el abastecimiento de las fábricas siderúrgicas nacionales, de forma que las importaciones se limiten a minerales de calidades muy específicas que no sean obtenidas en los yacimientos españoles.

A este objeto, el Instituto Geológico y Minero de España, para cumplir su misión fundamental de programar la prospección de nuevos criaderos y yacimientos dividió el sector hierro, para su estudio, en ocho subsectores o zonas en las que analizó los posibles recursos de cada una y las áreas de mayor esperanza minera, programando la investigación de las mismas.

Se inició la investigación de la zona IV, Suroeste, por considerarla el IGME como la más prometedora a corto plazo y porque con anterioridad al II PDES se habían desarrollado labores de investigación.

En efecto, hasta el año 1969, los trabajos de investigación habíanse dirigido fundamentalmente al reconocimiento por métodos geofísicos y sondeos de aquellas zonas, que por sus antecedentes mineros, permitían prescindir de etapas previas en todo programa de investigación ya que urgía el aumento inmediato de las reservas minerales de la zona que llevaran a una rápida ampliación de las explotaciones existentes, con la consiguiente contribución al abastecimiento de la siderurgia nacional.

Simultáneamente, aunque a un ritmo y amplitud mucho menor, algunos trabajos se encaminaron al conocimiento

(\*) Resumen de la comunicación presentada por los Ingenieros de Minas del IGME, Sres. Izaguirre, Quesada y Vázquez-Guzmán, a la 3.<sup>a</sup> Asambléa General del CENIM, celebrada en Madrid del 5 al 8 del pasado mes de junio.

de las características geológicas en que se enmarcan los yacimientos minerales de la zona, cuestión fundamental para la posterior limitación de la reserva a las áreas de mayor esperanza minera y para el éxito mismo de la investigación.

A este respecto, se determinó que las masas de hierro se encuentran en el contacto de rocas graníticas intermedias (los términos más ácidos son cuarzomonzonitas) con calizas cámbricas, e incluso dentro de la roca eruptiva cuando ésta no ha asimilado totalmente la caliza cámbrica. De estas rocas eruptivas se ha determinado la existencia de dos tipos o clases graníticas, en ocasiones difíciles de separar en el levantamiento cartográfico que se diferencian tanto por su estructura como por su puesta "in situ". El primer tipo, que se estima formado por anatexis de sedimentos, está constituido por rocas de color rosa, aplíticas, con estructuras foliadas o no, que no produce ni aureola de contacto ni metalizaciones; el segundo, es de color gris, granudo, postectónico, crea aureola de contacto y en relación con él se presentan las concentraciones de hierro y de otros elementos como consecuencia de las transformaciones que originan en las rocas carbonatadas. En consecuencia, son las relaciones espaciales de este último tipo de rocas graníticas y las calizas cámbricas las que proporcionan las zonas de mayor esperanza minera. Existen también menas sedimentarias de hierro de mucho menor interés económico.

Como consecuencia de estos trabajos, se obtuvo un aumento del tonelaje de magnetita en Minas de Cala y extensos conocimientos de primordial importancia que hicieron posible la elaboración de un programa total de investigación de la reserva, con una nueva orientación, en el que se incrementaban sustancialmente los trabajos geológicos, geofísicos, de laboratorio, etc.

Este programa fue aprobado el 20 de febrero de 1970, en Consejo de Ministros, y sus trabajos adjudicados a la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A. como contratista y bajo la dirección del Instituto Geológico y Minero de España.

A continuación se exponen escuetamente las conclusiones obtenidas y los trabajos desarrollados.

### Trabajos geológico-mineros.

Se ha completado la cartografía geológica de la reserva y confeccionado los mapas y memorias de 19 hojas, a escala 1/50.000, del Mapa Topográfico Nacional.

Además se ha confeccionado una síntesis a escala 1/200.000 de toda la reserva que proporciona una adecuada visión de conjunto sobre numerosos problemas geológicos y metalogénicos.

### Trabajos geofísicos.

Sobre las áreas de mayor esperanza minera que fue proporcionado la cartografía geológica se han desarrollado trabajos de magnetometría, obteniéndose, en algunos casos, importantes anomalías. El número de mediciones realizadas se eleva a cerca de 25.000, habiéndose estudiado 39 zonas.

### Trabajos de investigación por sondeos.

Durante el año 1970 se realizó la investigación de Minas de Cala por debajo del nivel del Socavón Nuevo con el fin de que, al tener un mayor conocimiento de la mina en profundidad, pudieran programarse las inversiones previstas en la ayuda de la Acción Concertada de la Minería del Hierro con las máximas garantías.

Esta campaña de interior acabó el mes de julio del citado año y los resultados obtenidos fueron francamente satisfactorios.

En mayo de 1970 se comenzó una campaña de sondeos cortos realizados en el exterior y hacia la zona de Levante de la mina, para poder ampliar hacia esa zona la explotación a cielo abierto.

### Sondeos en la reserva del suroeste

Período 1970-1973

| Zona                                      | Metros perforados |
|-------------------------------------------|-------------------|
| Cala (Huelva) ... ..                      | 4.200,55          |
| S. Guillermo-Santa Justa (Badajoz) ... .. | 1.526,05          |
| Teuler (Huelva) ... ..                    | 2.717,30          |
| La Parrilla (Badajoz) ... ..              | 1.246,61          |
| La Bóveda (Badajoz) ... ..                | 1.745,02          |
| Mina Monchi (Badajoz) ... ..              | 1.044,74          |
| El Pedroso (Sevilla) ... ..               | 1.571,49          |
| La Jabaca (Huelva) ... ..                 | 864,90            |
| La Bilbaína (Badajoz) ... ..              | 1.779,35          |
| Cala Teuler (Huelva) ... ..               | 801,93            |
| Herrerías de S. Carlos (Sevilla) ... ..   | 233,48            |
| La Valera (Badajoz) ... ..                | 230,35            |
| Batrocál-Berrocál (Sevilla) ... ..        | 710,50            |
| La Vicaría (Huelva) ... ..                | 84,23             |
| <b>Total metros perforados ... ..</b>     | <b>18.756,50</b>  |

Millones de toneladas

|                       | Anterior a la actuación I.G.M.E. | Tras la campaña del exterior 1966-1968 | Tras la campaña del interior 1969-1970 |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Vistas ... ..         | 6                                | 24                                     | 34,2                                   |
| Probables (1) ... ..  | 5                                | 14,4                                   | 14,4                                   |
| Posibles (2) ... ..   | —                                | 11                                     | 11                                     |
| <b>TOTALES ... ..</b> | <b>11</b>                        | <b>49,4</b>                            | <b>59,6</b>                            |

(1) Basadas sólo en sondeos.

(2) Basadas en consideraciones geológicas, geofísicas y otros datos de estimación subjetiva.

Estas cubriciones no son acumulables, es decir, en cada una de ellas están incluidas las anteriores.

También en el año 1970 se inició, en Minas de Cala, el aprovechamiento de la paragénesis de sulfuros obteniéndose por primera vez 1.279 toneladas de concentrado de cobre del 18 % Cu.

A continuación se detallan las producciones de concentrados de hierro y cobre obtenidas en Minas de Cala, tras la labor investigadora del I.G.M.E. y las previstas para años futuros.

|                | CONCENTRADO DE HIERRO |              | CONCENTRADO DE COBRE |              |
|----------------|-----------------------|--------------|----------------------|--------------|
|                | Toneladas             | Fe % (media) | Toneladas            | Cu % (media) |
| 1966 . . . . . | 45.904                | 50           | —                    | —            |
| 1967 . . . . . | 69.772                | 50           | —                    | —            |
| 1968 . . . . . | 149.139               | 52           | —                    | —            |
| 1969 . . . . . | 301.400               | 54           | —                    | —            |
| 1970 . . . . . | 318.200               | 54           | 1.279                | 18           |
| 1971 . . . . . | 320.000               | 54           | 3.431                | 18           |
| 1972 . . . . . | 340.000               | 59           | 6.000                | 18           |
| 1973 . . . . . | 460.000               | 62           | 10.000               | 18           |
| 1974 . . . . . | 640.000               | 62           | 13.000               | 18           |
| 1975 . . . . . | 700.000               | 62           | 13.000               | 18           |

También en el término municipal de Cala se realizó la investigación de una posible zona de explotación en la que se han encontrado unos 2.000.000 de toneladas magnetitas, con ley media de 45 % Fe de explotación a cielo abierto, cuya estimación de recursos se completará durante el año 1973.

Este mineral, dada su proximidad a Minas de Cala, sería tratado en sus instalaciones con el consiguiente ahorro de inversiones.

### Zona de Cortegana.

Se ha completado la investigación del criadero de "La Jabaca", en el que también se cubican unos 2.000.000 de

toneladas con una ley media del 39 % Fe, de posible explotación a cielo abierto.

#### Zona de Jerez de los Caballeros.

La corrida investigada es de 2.000 metros de longitud que se divide en tres áreas denominadas "Colmenar", "Intermedia" y "Santa Justa".

La cubicación obtenida mediante la interpretación de los sondeos realizados en los años 1968, 1969 y 1970 y en las respectivas zonas, salvo en la de Santa Justa, son:

|                        | Toneladas |
|------------------------|-----------|
| Area Colmenar:         |           |
| Total a la vista ..... | 7.522.254 |
| Area Intermedia:       |           |
| Total a la vista ..... | 6.848.098 |

A continuación se detallan las producciones de concentrado de hierro obtenidos tras la labor investigadora del I.G.M.E. y las previstas para años futuros.

|            | CONCENTRADO DE HIERRO |              |
|------------|-----------------------|--------------|
|            | Toneladas             | Fe % (media) |
| 1966 ..... | 27.355                | 50           |
| 1967 ..... | 29.171                | 50           |
| 1968 ..... | 68.892                | 52           |
| 1969 ..... | 87.907                | 54           |
| 1970 ..... | 90.336                | 54           |
| 1971 ..... | 93.693                | 54           |
| 1972 ..... | 110.000               | 59           |
| 1973 ..... | 140.000               | 62           |
| 1974 ..... | 180.000               | 62           |
| 1975 ..... | 300.000               | 62           |

También en esta zona de Jerez de los Caballeros se han investigado las áreas de "La Parrilla" y "La Bilbaína". Para ambas áreas se estiman unos recursos de 7.000.000 de toneladas, de los que corresponden 150.000 toneladas a "La Parrilla", de fácil explotación a cielo abierto.

#### Resumen.

A continuación se da, en síntesis, el aumento de tonelaje de recursos de magnetita obtenido hasta el momento como consecuencia de la labor investigadora del I.G.M.E. en la zona IV.

Hasta el año 1970 los recursos obtenidos han sido de 46.000.000 toneladas de magnetita, de los cuales 38.400.000 corresponden a Cala y 8.000.000 a Jerez de los Caballeros.

Desde el año 1970 al 1972 (ambos inclusive) se han ampliado los recursos de magnetita en 27.570.352 toneladas, de las cuales 10.200.000 corresponden a Cala,

6.370.352 a Jerez de los Caballeros, 2.000.000 a la zona de Cortegada, 2.000.000 a una zona comprendida en el término municipal de Cala, 150.000 a la Parrilla y 6.850.000 a la zona de la Bilbaína.

Respecto al cobre, el tipo de investigación realizada no permite una cubicación, pero para dar idea de su importancia basta decir que Minas de Cala ha obtenido hasta el momento, aproximadamente, 2.000 toneladas de cobre metal y se prevé una producción futura hasta finales de 1975 de unas 6.000 toneladas de cobre metal.

#### Ampliación de recursos tras la labor del I.G.M.E.

|                      | Toneladas         |
|----------------------|-------------------|
| Hasta 1970 .....     | 46.400.000        |
| De 1970 a 1972 ..... | 27.570.352        |
| <b>TOTAL .....</b>   | <b>74.000.000</b> |

La actuación del I.G.M.E. en la zona II, Noroeste (Wagner-Vivaldi), se inició en 1970 con una campaña de ocho sondeos, con un total de 2.958,65 metros, siete de los cuales han resultado positivos, con el fin de aumentar el grado de certidumbre sobre la existencia de magnetita en una zona del "Coto Wagner". La zona investigada por sondeos coincide con la actual explotación y se extiende en una corrida de 6,5 kilómetros, alcanzando, en profundidad 250 metros por debajo de la cota del socavón principal situado aproximadamente a la cota 635 sobre el nivel del mar.

En dicha zona se ha obtenido una estimación de recursos de mineral magnético de unos 40 millones de toneladas, con un contenido medio, en peso, de la fracción magnética del 58 %, una ley media en hierro del concentrado (fracción magnética) del 63,53 % y una ley media en hierro magnético del todo uno del 37,25 %. Las leyes de impurezas del concentrado son: 0,15 % de S, 0,25 % de P, 3,76 % de SiO<sub>2</sub> y 2,16 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. El mineral presenta unas pérdidas por calcinación medias del 4,15 %. Para estos análisis se ha efectuado una molienda previa a menos de 120 micras.

Posteriormente el I.G.M.E. confeccionó un programa de investigación, actualmente en ejecución, que comprende las siguientes etapas:

a) Establecimiento de una cartografía geológica que determine exactamente la posición espacial del nivel mineralizado y la posible relación con el mismo de afloramientos aislados.

b) Aplicación de los métodos geofísicos adecuados (magnetometría de tierra) para la perfecta delimitación de las zonas de mayor interés.

c) Realización de sondeos y otras labores mineras que permitan un mayor conocimiento del potencial minero.

d) El correspondiente desmuestre a lo largo de todas las etapas de la prospección.

De este programa se ha realizado la cartografía foto-geológica, a escala 1:25.000, así como la base topográfica, a escala 1:5.000, obtenida mediante técnicas fotogramétricas. Está en fase de realización la geología de campo, de detalle, a escala 1:5.000 de las zonas de interés, habiéndose efectuado ya la de una extensión de 5.000 hectáreas aproximadamente. También se han efectuado dos cortes estratigráficos de detalle, de 240 y 280 metros de longitud cada uno, dentro de los socavones de Coto Wagner y se han dibujado las trazas de todas las capas de hierro que afloran en el Coto Wagner sobre el mapa 1/5.000. Asimismo se ha realizado la magnetometría terrestre y la interpretación de los resultados de campo de la zona Oeste (Coto Vivaldi), en la que se han detectado anomalías de interés.

En el momento actual se está realizando la segunda campaña de comprobación terrestre de anomalías aeromagnéticas, habiéndose replanteado ya 917 estaciones.

El reconocimiento del subsector III, Noroeste, adjudicado a ENADIMSA se ha iniciado con un estudio de magnetometría aérea, completamente realizado en la actualidad y en vías de interpretación. Se ha estudiado una zona de 8.500 km<sup>2</sup> con una longitud total de perfil volada de aproximadamente 19.000 km. Actualmente la División de Minería del I.G.M.E. trabaja en la confirmación geológico-minera en campo de las anomalías aéreas obtenidas. En aquellas zonas donde se confirme el interés minero de las mismas se procederá a su reconocimiento por sondeos mecánicos.

En el subsector VI, Granada-Almería, se ha comenzado en 1972 la investigación del área Alquife-Marquesado, donde se conoce el nivel en que arman los criaderos.

Los yacimientos de hierro del Marquesado arman en las calizas del tramo superior de la serie Filábride o Mischungszone, las cuales se extienden de manera discontinuas bajo el recubrimiento de los Llanos y vuelven a aflorar más al NE en la zona de las Piletas.

Un mapa de isobatas del techo del conjunto caliza-mineral se ha podido confeccionar en la zona de explotación de las empresas AGRUMINSA y ANDALUZA, con los datos de labores y sondeos existentes. Más allá de las explotaciones, parece que el recubrimiento cobra importancia y las calizas quedan erosionadas ocasionalmente, incluso en la dirección N 60° E en que el techo del citado conjunto presenta menor profundidad.

Algunos sondeos mecánicos, realizados en el sudoeste de la concesión Eduardo, de AGRUMINSA, han cortado el conjunto caliza-mineral tras pasar un recubrimiento de 80-140 metros, que aumenta hacia el W-NW. Más hacia el norte, dos sondeos han cortado 10-15 metros de caliza, ya sin mineral, con aumento del recubrimiento.

Dos sondeos y los pozos realizados en la Rambla de Alquife indican que al oeste del Cerro de Alquife, las calizas pueden no existir bajo el recubrimiento.

En 1968, el I.G.M.E. ensayó la posible utilización de los métodos magnéticos y eléctricos. Existe una pequeña

diferencia de susceptibilidades magnéticas entre calizas y mineral, pero la identidad de las anomalías queda dificultada por la presencia en el substratum o zócalo de rocas con susceptibilidad magnética igual o mayor que la del mineral.

También en 1968 se realizó una pequeña campaña de sísmica de refracción que localizó un marcador que pudiera corresponder a la base de la formación Guadix.

Como los métodos geofísicos se han manifestado poco resolutivos en la zona, su papel ha quedado, en general, reducido a la delimitación del espesor del recubrimiento del nivel mineralizado, pues sólo con el muy caro procedimiento de los sondeos mecánicos puede llegarse a conclusiones definitivas.

No obstante, la pequeña susceptibilidad magnética del mineral es la única característica de que se dispone para su investigación, a parte del control estratigráfico ya mencionado. Por ello el modo actual de operar consiste en la investigación de las anomalías magnéticas. La ejecución de sondeos eléctricos verticales para obtener datos sobre espesores de recubrimiento permite ubicar sondeos mecánicos de reconocimiento en las áreas de mayor interés.

Hasta el momento se han realizado ocho sondeos mecánicos, uno de los cuales, situado a 800 metros de las explotaciones actuales, ha cortado 27,5 metros de mineral con una ley del 58 % en hierro.

Otras mineralizaciones cortadas en la zona Norte de la Reserva son objeto de nuevas labores para determinar su interés económico.

Correspondientes al subsector VII, Centro-Levante, se han sacado a subasta pública tres proyectos independientes como consecuencia de sus características geológicas y geográficas, para la evaluación del potencial minero de las áreas denominadas VII-1, Almohaja-Sierra Menera-Pedregales, VII-4, Moncayo y VII-5, Sierra de la Demanda, habiéndose concedido a ENADIMSA, C.G.S. e IBERGESA, respectivamente.

La programación ha sido en función del grado de información existente en cada una de las áreas, pudiendo resumirse como sigue:

1.º Recopilación de datos mineros y geológicos en las áreas VII-4 y VII-5.

2.º Levantamiento topográfico a escala 1:10.000 utilizando las técnicas fotogramétricas de restitución, en áreas restringidas de las áreas favorables VII-4 y VII-5.

A partir de aquí pueden considerarse comunes a las tres áreas las siguientes:

3.º Realización de una geología minera regional a escala 1:25.000 y a 1:10.000 en las áreas restringidas de mayor interés, prestando especial atención a las características estructurales y litológicas que controlan las mineralizaciones.

4.º En las zonas más favorables deducidas del escalón anterior se realizará una prospección geofísica, utilizando el método de resistividades en el área VII-1 y los



electromagnéticos, magnéticos y sondeos eléctricos verticales en las áreas VII-4 y VII-5.

5.º Realización de sondeos mecánicos y otras labores mineras exploratorias para la valoración del potencial minero.

6.º Desmuestre y estudio genético en todas las etapas de la prospección.

7.º Codificación y archivo de todos los datos de interés que resulten de la prospección, en el Centro de Cálculo de la E.T.S.I.M. de Madrid, para su proceso y utilización posterior.

Los tres Proyectos se encuentran en su fase inicial, habiéndose realizado la recopilación de datos y realizándose la cartografía geológica.

En la zona I, Vizcaya-Santander, se está en íntimo contacto con las empresas mineras de la zona para completar los trabajos realizados por ellas y evitar la duplicidad. Al tratarse de una zona de la que se tiene suficiente conocimiento de sus características geológico-mineras, se ha comenzado una campaña de sondeos destinada al mejor conocimiento y posible aumento de sus recursos minerales.

Por último, existe un Proyecto, adjudicado por concurso a la Compañía General de Sondeos, para estudiar por magnetometría helitransportada el área de Cehégín, con la ejecución de 1.500 kilómetros de perfil total volado, repartidos sobre 452,5 km<sup>2</sup>. Con este Proyecto se pretende determinar dentro de una gran masa óptica zonas con contenido en magnetita suficiente para permitir explotaciones de gran tonelaje y baja ley.

## El concepto de Geosinclinal ¿Vivo y coleando? (\*)

POR ROBERT H. DOTT, JR. (\*\*).

CON UN COMENTARIO INTRODUCTIVO, por J. M. RIOS (\*\*).

Hasta ahora la teoría del geosinclinal desempeñaba el papel clave del mecanismo geológico dinámico, y había llegado a convertirse gradualmente en el enlace o convergencia de los fenómenos de dinámica externa e interna.

No solamente explicaba la génesis de la formación de las cadenas de montañas por plegamiento, que hasta ahora parecía el fenómeno más trascendente de la dinámica terrestre, sino que ligaba, más o menos fácilmente, con todos los conceptos geológicos fundamentales y menos fundamentales.

Si la formación de sistemas de montañas era el fenómeno más trascendente, sólo se conseguía llegar a él mediante el largo y pausado proceso de formación previa del geosinclinal de donde nacían, y tanto podía decirse que el geosinclinal preparaba la formación de las montañas, como que ésta era la última y rápida fase, aunque no inevitable, del desarrollo de un geosinclinal. La teoría del geosinclinal ligaba con todo: con el equilibrio isostático, con los fenómenos de dinámica externa suministradores de su relleno, con las nociones de facies, no

solamente en sus subdivisiones, sino en las fases finales de flysch y molasas, en relación directa ya con la orogénesis. En su fondo, en el basamento, empezaban ya, tempranamente, las reformaciones metamórficas, como anuncio y núcleo germinal de la orogénesis y de su raíz. Con la acumulación de las teorías de convección ampliaba su lógica y se anexionaba al campo de las zonas profundas del manto. La migración de sus senos profundos era el anuncio de la migración gemela de propagación de la tectogénesis, huyendo de su línea inicial. El crecimiento de las masas continentales venía explicado por la formación de geosinclinales marginales, madres de sistemas orogénicos más o menos totalmente cratonizados. Incluso podía explicarse conjuntamente con la primitiva expresión de derivas continentales, aunque se plantearan, aparte del problema de fondo energético, y otros, con determinadas orogénesis, problemas de explicaciones parciales de las que, por otra parte, no queda excluida por ahora ninguna teoría geológica.

La aparición de la moderna tectónica global sacude vigorosamente el trono de la teoría geosinclinal. Ya la génesis de las montañas no aparece como el fenómeno más trascendente, sino que alcanzan una importancia mucho mayor, en el devenir terráqueo, el ciclo emisión-absorción de los materiales del manto y corteza en dorsales y en fosas de subducción, y los fenómenos anexos, extensión de fondos marinos, estructura en placas, migración de las masas continentales, apertura de océanos y encuentros de placas.

(\*) La traducción directa del inglés por J. M. Ríos, ha sido amablemente autorizada por el autor y editores. Apareció con el título original "Geosynclinal concept, alive and well?" en el número de febrero de 1973 de la revista "GEOTIMES" publicada por el AMERICAN GEOLOGICAL INSTITUTE de Washington D. C. EE.UU. A. Copyright C 1973 American Geological Institute.

(\*\*) Universidad de Wisconsin. Madison.

(\*\*\*) E. T. S. de Ingenieros de Minas. Madrid.

¿En qué quedará el concepto de geosinclinal? ¿Morirá del todo? ¿Jugará un papel accesorio y dependiente de circunstancias locales?

Esta preocupación la manifesté hace tiempo en alguna publicación o comentario previos. No es clarividencia, sino consecuencia lógica del conocimiento de los nuevos conceptos implicados en la tectónica global. Pero es importante, ya que la teoría del geosinclinal resultaba, en general, tan útil, tan acoplada a todos los restantes conceptos geológicos al uso, y no nos desprenderemos de ella sin gran esfuerzo y sentimiento, como quien se desprende de una herramienta útil y muy familiar, pero ya mellada y desgastada.

La conclusión final pudiera ser ésta, en parodia de una célebre expresión: ¡¡El geosinclinal ha muerto!! ¡¡Viva el geosinclinal!!

Este tema, tan patente, no podía menos de suscitar preocupación y atraer la atención de los geólogos. Una muestra de ello, y no la única ni mucho menos, es la reunión convocada a este fin y cuya reseña, por el doctor Dott, Jr., damos a continuación.

J. M. R.

En las dos décadas transcurridas desde la publicación, por Marshall Kay, de "Geosinclinales norteamericanos", los geólogos que se ocupan tanto de sedimentos antiguos como modernos han compilado un conjunto enorme de conocimientos, relevantes para el concepto de geosinclinal. Además, la formulación de la teoría de tectónica de placas ha planteado, de la noche a la mañana, una revisión tanto del geosinclinal como de la orogénesis. Se ha llegado a decir que la tectónica de placas convierte el concepto del geosinclinal en cosa totalmente anticuada.

Con este trasfondo se ha reunido una conferencia internacional, titulada "Sedimentación geosinclinal moderna y antigua", los días 10 y 11 de noviembre en la Universidad de Wisconsin, con 180 participantes. La mayor parte procedían de la investigación o la enseñanza, pero también había geólogos de la industria y de la administración pública, así como algunos estudiantes. Fue patrocinada por el Departamento de Geología y Geofísica de la Universidad de Wisconsin (Madison) y por la Fundación Nacional de las Ciencias (N. S. F.), con cuyos fondos se costeó el viaje de diez participantes extranjeros y el importe de la organización e impresión. También contribuyeron Esso Production Research, Shell, Mobil, Marathon y Atlantic-Richfield, con aportes suplementarios. La regularidad del desarrollo se debió, en medida considerable, a la experiencia del personal del Wisconsin Center.

Objeto de la conferencia era reunir expertos, tanto de sedimentos antiguos como modernos, a fin de lograr una evaluación comparativa de modelos sedimentarios aplicables a la gran variedad de estratos perceptibles en los cinturones orogénicos. La idea de tal conferencia fue concebida en 1965 y, con el desarrollo de la teoría de tectónica de placas, parecía resultar muy apropiada. También parecía apropiado reconocer las muchas aportaciones de Marshall Kay a la geología sedimentaria y tectónica, casi veinte

años después de la publicación de su "Memoria 48" de la Sociedad Geológica de América (G. S. A.), tanto más cuanto que a muchas de las especies distintas de geosinclinales por él propuestas, se les reconoce ahora mayor importancia tectónica genética que la que atribuían muchos geólogos al tiempo de su publicación. Durante una cena, regida por Laurence L. Sloss, recibió Kay homenajes especiales, incluyendo una mención honorífica del Presidente McGill, de la Universidad de Columbia, así como reconocimientos de antiguos alumnos.

En su mayor parte la conferencia quedó organizada sobre una base tópica, que asegurase la cobertura de cada tipo importante de combinación sedimentaria que pareciera ocurrir en los cinturones orogénicos. En cada tema, las contribuciones que trataban de análogos modernos eran incluidas junto con las de antiguos, para facilitar una base de comparación en la evaluación de modelos sedimentarios para geosinclinales. La sesión final trató de materias más generales, tales como criterios de distinción de depósitos tectónicos con respecto a las mezclas estrictamente sedimentarias.

Hubo una serie de contribuciones de introducción que revisaban históricamente el concepto de geosinclinal. Dott, de Wisconsin, resumió los cambios habidos con respecto a los criterios en el significado del geosinclinal y su supuesto papel con respecto a la orogénesis y evolución cortical. Puesto que la orogénesis puede tener lugar sin acumulación de gran grosor de sedimentos (arco de las Marianas, por ejemplo) e, inversamente, el gran espesor de sedimentos por sí solo no asegura la constitución de montañas, arguyó que la gran potencia de los sedimentos ortogeosinclinales era consecuencia y no causa de los procesos orogénicos. Hizo notar después el declive del clásico concepto de ciclo tectónico, con su intenso énfasis determinístico y los peligros inherentes a un razonamiento análogo entre asociaciones sedimentarias pasadas y presentes. La correspondencia de alzamientos continentales modernos sobre márgenes continentales estables con los eugeosinclinales, por ejemplo, no resulta de fácil aceptación, de acuerdo con las antiguas ideas; pero la tectónica de placas suministra un medio racional mediante el cual acumulaciones de margen estable pudieran, por coincidencia, ser incorporadas a cinturones orogénicos, aunque por sí mismas nada tengan que ver con la orogénesis.

Robert Dietz (NOAA) pasó amena revista a su hipótesis, de tan amplia difusión, de flancos continentales que se hundían, como modelo para los eugeosinclinales. El reconocimiento de que gruesos prismas de sedimentos constituidos originalmente en las márgenes, a remolque pasivo de los continentes migrantes (miogeosinclinales, o paraliogeosinclinales de Kay), se presentan, en efecto, corrientemente en los cinturones orogénicos, ha constituido un factor clave para el rejuvenecimiento del pensamiento geosinclinal. Sin embargo, desde las primeras publicaciones de Dietz, el concepto del papel de los miogeoclinales ha cambiado en forma importante gracias a la teoría de placas; actualmente se considera que los miogeoclinales están re-

lacionados genéticamente con márgenes de desgarre (divergentes) más bien que con las orogénicas, convergentes. Dietz también concentró la atención sobre la importancia del tipo de basamento bajo los eugeosinclinales, y de su potencial desplazamiento tectónico junto con sedimentos marinos profundos.

Bajo el encabezamiento "Terrazas continentales sobre márgenes pasivas" hablaron Joseph R. Curry (Scripps) y D. W. Moore (Naval Electronics Laboratory), de los miogeoclinales modernos, con especial énfasis sobre el gran abanico submarino de Bengala que está siendo, al parecer, objeto de subducción oblicua bajo Birmania. Seguidamente John M. Bird (Cornell) habló de la margen miogeoclinal paleozoica temprana de Norteamérica oriental, que constituye actualmente un ejemplo casi clásico, y después Paul Hoffman (Geological Survey de Canadá), acerca de un notable ejemplo proterozoico del noroeste de Canadá. Dispuestos perpendicularmente con respecto al orogeno de Coronation, encuentra Hoffman que hay importantes surcos de margen de craton (aulacógenos para los geólogos rusos), y que la cuenca de Anadarko podría ser análogo. Los dos últimos trabajos suministraron excelentes ejemplos de miogeoclinales alcanzados después por orogénesis.

El siguiente apartado, "Cañones y abanicos submarinos", recogió el reconocimiento, de rápido crecimiento, de la importancia de los abanicos submarinos en las series geosinclinales. William R. Normark (Minnesota), hizo la presentación del tema con una revista concisa de las relaciones existentes entre los cañones submarinos y valles de abanico con respecto al crecimiento de los abanicos de mar profundo. Subrayó la importancia de tales canales como cauces de corrientes turbias aportadas al agua profunda. C. Hans Nelson y T. H. Nilson (U.S. Geological Survey) utilizaron el método comparativo, hasta grado admirable, en el cotejo detallado del moderno Astoria con respecto a un abanico eoceno de mar profundo en la región costera del Pacífico. J. M. Mc D. Whitaker (Inglaterra) llamó la atención del auditorio sobre la importancia cuantitativa, a escala mundial, de los cañones submarinos en la historia antigua. Frantisek Picha (Checoslovaquia y Universidad de Kuwait) describió otros ejemplos presentes en Checoslovaquia. Le sucedió Emiliano Mutti (Italia), con un estudio comprehensivo del flysch de los sistemas montañosos circunmediterráneos, como representantes de antiguos y extensos abanicos submarinos. Propuso la aplicación de criterios útiles, basados en el estilo de la estratificación y variaciones del tamaño del grano, para la interpretación de historias progradacionales, especialmente para depósitos de las zonas externas. P. Kruit (Países Bajos) describió brevemente una serie de abanico, con buena exposición, en España septentrional. Terminó este apartado, con una exposición, por J. C. Harms (Marathon Oil Co.) y Lloyd C. Pray (Wisconsin), acerca de los depósitos de canales y abanicos submarinos del Permiano, del suroeste de Tejas, tanto carbonáticos como silicáticos. La serie está caracterizada por flujo de detritus bastos y depósitos de corriente de densidad fina, así como por discor-

dancias. Aunque el ejemplo no sea estrictamente geosinclinal, este caso, de buena manifestación, constituye un modelo muy útil para depósitos semejantes en cinturones orogénicos. No todos los modelos sedimentarios han de basarse en depósitos modernos, y los autores indicaron que no se conoce analogía moderna para tales rocas.

Como consecuencia del creciente reconocimiento de la participación de las asociaciones de ofiolitas y sedimentos de mar profundo en los cinturones orogénicos, esos materiales recibieron alguna atención, con énfasis en los sedimentos, más que en las rocas ígneas. Comenzó Alfred G. Fischer (Princeton) con "Las rocas misceláneas de los cinturones plegados", que incluyen prácticamente todo lo que no es característicamente cratónico. Arguyó que rocas ambiguamente consideradas como "oceánicas" (por ejemplo silixitas estratificadas, carbonatos pelágicos y basaltos almohadillados) representan una gran diversidad de ambientes generadores, pero pueden estar caóticamente revueltos en los cinturones orogénicos. A continuación, David Bernoulli (Suiza) y H. C. Jenkyns (Inglaterra) expusieron una interesante comparación entre las facies pelágicas alpino-mediterráneas del Mesozoico, yacentes sobre rocas pretriásicas continentales, con sedimentos casi idénticos y sincronos, conocidos mediante perforación en mar profundo en el Atlántico noroccidental, próximo a las Bahamas. Su estudio apoya enfáticamente el concepto de hundimiento de costra continental para el cebamiento del geosinclinal del Tethys mesozoico, tal como había sido sugerido por los geólogos alpinos de primera época. Kametoshi Kanmera (Japón) describió silixitas estratificadas del Paleozoico y Mesozoico del Japón. Aunque aparecen típicamente asociadas con rocas volcánicas basálticas no se presentan secuencias ofiolíticas completas. Las silixitas se acumularon en aguas cuya profundidad era probablemente menor de 500 m., y, no obstante muchas semejanzas, no pueden ser comparadas directamente con los légamos silíceos depositados sobre el basamento volcánico de las dorsales oceánicas. Michael Churkin (USGS, Inst. Geol. de EE.UU. A.) cerró el resumen proponiendo un modelo para las rocas del Paleozoico inferior de las Cordilleras, para las que sugería la existencia de una plataforma de carbonatos-cuarzitas (miogeosinclinal) que se extiende de Este a Oeste, un cinturón con una serie graptolítica condensada de silixita-marga pizarreña que contiene hiladas de cuarzitas puras, no estructuradas (eugeosinclinal interno) depositadas en una cuenca oceánica marginal, y un circo volcánico (eugeosinclinal externo), restauración que comparaba con la disposición moderna del Pacífico occidental.

Bajo el tema "Sistemas de arcos-fosas volcánicas" ofrecieron una muy interesante exposición inicial D. W. Scholl y M. S. Marlow (USGS, Inst. Geol. de EE. UU. A.), acerca de la carencia de semejanzas entre las fosas modernas y los antiguos geosinclinales, en los contornos del Pacífico. Subrayaron la pobreza de sedimentos terrígenos clásticos en la mayor parte de las fosas modernas; incluso cuando aparecen enteramente rellenas de tales materia-

les, las fosas no podrían contener sino una fracción del volumen de los antiguos sedimentos en geosinclinales que corrientemente se les atribuye. No ayuda tampoco pensar en arrastres hipotéticos e imbricación repetida de sedimentos abismales, como consecuencia de subducción, porque tendría que haber un predominio de material pelágico. Llegaron a la conclusión de que la mayor parte de los gruesos sedimentos clásticos, tanto antiguos como modernos, se acumularon en cambio entre las fosas y los arcos-volcánicos. Los últimos sedimentos cenozoicos, en los fuera de costa de Oregón y Washington fueron descritos por La Verne D. Kulm (Oregón) y G. A. Fowler (Wisconsin-Parkside), y constituyen un caso en que sedimentos terrígenos clásticos parecen haber relleno totalmente un surco, rebosando después. En apoyo de la postura del conferenciante previo está el hecho de que el relleno tiene un grosor de sólo 2,5 km, mientras que bajo la plataforma continental adyacente existen 5-6 km de estratos cenozoicos. Williams R. Dickinson situó el tema en la perspectiva adecuada con un resumen excelente de la variabilidad de los sistemas de arcos y de las rocas en ellos generadas. Aferró la idea de que el espacio arco-fosa es un teatro de sedimentación importante, de primer orden, igualado solamente por las cuencas tras los arcos (donde se han constituido los exogeosinclinales de Kay). Cuñas clásticas depositadas en cada lado pueden estar dominadas por turbiditas, por llanuras deltaicas o por ambas. En el curso de una discusión Ivan Colburn (Los Angeles) ofreció amplios datos referentes a tales corrientes, del Cretáceo de California, y propuso que la serie cretácea del Great Valley constituye una acumulación en espacio arco-trinchera. Daniel J. Stanley (Smithsonian Institution) cerró la sesión comparando la sedimentación moderna en el Mediterráneo oriental con las características y cuadro paleogeográfico atribuido al Flysch alpino original. Encontró muchas semejanzas y detalló la influencia que ejercen los canales, las lomas o umbrales, y las cuencas compartimentadas, dentro de esta moderna "cuenca de turbiditas", en la margen de una placa activamente convergente.

La sesión pertinente a "Cuñas clásticas y asociaciones sedimentarias de cuencas consiguientes" fue iniciada por Franklin Van Houten (Princeton) con un resumen magistral de las molasas alpinas y pirenaicas. Mostró lo variables que son las molasas originales orogénico-tardías y arguyó que se debe ser tan cauto para aplicar el término molasa fuera de Suiza como hay que serlo para el de flysch. G. H. Eisbacher (Geological Survey de Canadá) habló de las cuencas consiguientes sucesoras (epi-eugeosinclinales de Kay) de la Cordillera Canadiense. Presentó una cuidada integración de diversos estudios detallados (por ejemplo composición, paleocorrientes, datación isotópica, estructura) que abarcan una extensa región. Parecería sugerirse alguna clase de evolución tectónica, en la que la transición principal de sedimentación marina a la no marina coincidiría más o menos con emplazamientos de grandes batolitos, y el cambio de sedimentación continental a

erosión general con el de los últimos y pequeños plutones. John C. Crowell (Santa Bárbara, en California) examinó la sedimentación a lo largo de una falla transforme activa, la de San Andrés. Describió los 4.000 m de sedimentos clásticos marinos y no marinos del Ridge Basin con el registro, magníficamente conservado, de fragmentación, alzamiento y depresión de la costa a lo largo de la falla. Se señalaron otros ejemplos en California, Nueva Zelanda y Venezuela.

La sesión final trató de problemas generales palinspásticos. James Helwig (Case Eastern Reserve), examinó los basamentos originales de los eugeosinclinales y llegó a la conclusión de que "cada orogeno es un "collage" individual de elementos orogénicos en las escalas tiempo-espacio", expresión que comporta una imagen verbal muy útil. Por consiguiente, si se quiere llegar al desenmarañamiento palinspástico de los orógenos resulta esencial deducir cuáles fueron los basamentos iniciales de cada elemento tectónico; los sedimentos mismos proporcionan las mejores claves. Un estudio de K. A. W. Crook (Australia), acerca del significado geotectónico de la composición de las areniscas, se apoyó también en el concepto de los basamentos. El índice relativo de contenido en cuarzo se manifestó como un índice basto de "cratonización". Durante la discusión, H. Okada (Japón), describió areniscas cretáceas, de Japón septentrional, de composición inmadura, que revelan características del basamento. Ken J. Hsü (Suiza) habló después acerca de las características físicas y estratigráficas de las mezclas tectónicas y de depósitos por deslizamiento gravitativo (olistostromas), cuya discriminación es de máxima importancia paleogeográfica. En teoría, su diferenciación parece sencilla, pero el análisis que siguió puso de manifiesto que puede resultar extremadamente difícil. La mezcla original Welsh, de Greenly, fue referida por Dennis Wood (Illinois) a facies sedimentarias y no estrictamente tectónicas. Pero se manifestó un considerable estado de opinión según el cual "mezcla" podría encontrar una definición más apropiada como término estrictamente descriptivo, para estratos de disposición caótica, con el cualificativo agregado de "tectónica" o "sedimentaria", que expresen la connotación genética adecuada. También las mezclas "Franciscanas" fueron sometidas a re-interpretación por M. C. Blake Jr. y D. L. Jones (USGS) quienes rechazaron versiones antiguas según las cuales los fragmentos de ofiolitas que contenían fueron engendrados en una dorsal oceánica y arañados después y transportados mediante arrastre hasta el seno de la formación Franciscana. Propusieron en cambio que las mezclas marcan límites de láminas cabalgantes imbricadas, y que sus componentes ofiolíticos derivaron, *in situ*, del basamento de la serie mesozoica del Great Valley. Parece que esta reinterpretación tenga implicaciones de importancia para los modelos generales de la tectónica de placas. John F. Dewey (Albany, New York) habló en términos generales de la génesis de las ofiolitas y su emplazamiento en el gran ámbito alpino. Tocó los problemas de em-



plazamiento de las diversas manifestaciones y mostró en qué forma pueden aportar ayuda a la interpretación paleogeográfica. El problema físico de la obducción de grandes mantos de ofiolita puede explicarse, parcialmente, por resbalamiento gravitativo.

Kay cerró el programa formal con breves observaciones centradas sobre su primera implicación en los estudios del geosinclinal como apéndice de investigaciones llevadas a cabo en la ceniza volcánica ordovicense de los Appalaches, en 1930, y en la influencia ejercida por los trabajos de Stille y sus conversaciones con él. Después pasó revista a las maneras con que la tectónica de placas ha agudizado nuestra comprensión, sobre todo en el caso de los cinturones volcánicos (eugeosinclinales) y de las formaciones tectónicas y volcánicas en ellos contenidas. Terminó con una saludable recordación de la complejidad de los factores que afectan a los sedimentos del geosinclinal; por ejemplo, aunque el flysch sea corriente en los geosinclinales, no es ni único ni diagnóstico de ellos y la "frecuencia de asociación no implica necesariamente relación de dependencia genética".

La abundancia de oportunidades para intercambios verbales directos de ideas, en grupos relativamente pequeños, de especialistas, es uno de los máximos atributos del panorama científico moderno. La gran facilidad de relación mutua y mucho mayor estímulo y clasificación de puntos de vista que resulta de tales encuentros es de incalculable valor en la aceleración de la investigación científica. Todos los participantes en la "Conferencia Kay" parecieron reconocer tales beneficios con gran entusiasmo, aunque la reunión suscitó quizá más problemas que los que encontraron contestación. La hábil dirección por los presidentes de sección (A. W. Bally, Creighton A. Burk, I. W. D. Dalziel, Zoltan de Cserna, Charles L. Drake, Stanislaus Dzulynski, Donn S. Gorsline, H. R. Gould, George de Vries Klein, Earle F. Mc. Bride, J. R. Moore, H. G. Reading, John Rodgers, Adolph Seilacher, R. G. Walker y E. L. Winterer) pilotaron las sesiones con éxito a través de lo que podía haber sido un pantano semántico. Se puso

claramente de manifiesto que perduran todavía serias diferencias en el uso de terminologías, que oscurecen la idea y concepto de geosinclinal, pero parecen estar acertadamente subordinadas a preocupaciones genéticas. La pregunta pendiente de si constituye actualmente el concepto de *geosinclinal* un mero artefacto de orden histórico, no fue contestada del todo, ni se reveló tampoco un nuevo paradigma sedimentario como alternativa. No obstante, incluso si el leopardo no está aún extinto, ciertamente han cambiado sus manchas. Se puso de manifiesto con suficiente claridad la gran variabilidad de sedimentos que llamamos "geosinclinal", como también la desconcertante complejidad de entremezclamiento espacial y temporal de diversos elementos tectónicos, o concepto de "collage", de Kelwig de los cinturones orogénicos. Algunos participantes objetaron que las discusiones contemporáneas acerca de los cinturones orogénicos versan más sobre modelos que sobre la realidad, lo que puede considerarse como otro ejemplo de imposición humana, de orden, a la Naturaleza, o "tiranía del clasificador" según las apropiadas palabras de John Rodgers. Quizá la observación más aguda fue la de un geofísico que dijo que la reunión debería "enfriar parte del entusiasmo por los modelos, tan atildadamente matemáticos, pero desesperadamente simplistas, fuera de relación con un mundo tan complicado". Algunos modelos resultaron violentamente zarandeados a las manos de los hechos. Los ejemplos incluyen declives continentales sobre las márgenes pasivas o remolque de los continentes, como análogos de los eugeosinclinales, la fosa como sencillo análogo de eugeosinclinal, y la supuesta importancia de las "virutas" de dorsales oceánicas arrastradas a series eugeosinclinales. La implicación convencional de que todas las asociaciones con ofiolitas o asemejables son de mar profundo y que derivan directamente de una dorsal contemporánea con ubicación orogénica específica, también recibió sus vapuleos. Parece que se haya llegado ya a la superación del apogeo de la invención de modelos y se esté preparado ya para atacar de nuevo la realidad, pero con nueva visión.

## Noticias

### GEOLOGIA

#### ULTIMAS PUBLICACIONES GEOLOGICAS DEL IGME

*Cartografía Geológica:* Han quedado publicadas, de la serie MAGNA, las Hojas E. 1:50.000 siguientes:

- Núm. 159. Bembibre.
- Núm. 351. Olvega.
- Núm. 419. Villafranca del Panadés.
- Núm. 446. Valls.

- Núm. 473. Tarragona.
- Núm. 510. Marchamalo, y
- Núm. 894. Cabo de Santa Pola.

Estas Hojas quedan ya a disposición del público y a ellas hay que añadir las 5 ya publicadas que son:

- Núm. 62. Durango.
- Núm. 175. Sigües.
- Núm. 447. Villanueva y Geltrú
- Núm. 893. Elche, y
- Núm. 910. Caravaca.

Lo que hace un total de 12 Hojas publicadas hasta la fecha.

El IGME ha realizado hasta 31 de diciembre de 1972 un total de 91 hojas de esta nueva cartografía 1:50.000 que esperan su publicación debido a la insuficiencia de los talleres gráficos nacionales.

#### EL CABILDO DE TENERIFE PIDE UNA FACULTAD DE GEOLOGICAS

El Cabildo Insular de Santa Cruz de Tenerife ha aprobado, hoy por unanimidad la petición de una Facultad de Ciencias Geológicas para la Universidad de La Laguna, y se ha unido a las propuestas para crear, asimismo, un centro superior de investigaciones vulcanológicas, sugerido por la Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica.

### MINERIA

#### CARBONATOS DE VIZCAYA

Visita a la provincia del Director General de Minas y Director del IGME.

Se ha cursado una visita de inspección por el Director del IGME—Sr. Izaguirre—y el Jefe de la División de Minería de dicho Instituto—Sr. Quesada— a quienes se unieron en dicha visita el Delegado de Industria y el Jefe de la Sección de Minas del Ministerio de Industria, cuyo objeto era visitar los trabajos que el IGME lleva a cabo en la investigación minera de hierros del citado proyecto, cuyo fin es determinar las cifras reales de reservas y calidades con que se cuenta en Vizcaya.

En los dos primeros sondeos efectuados se han cortado 60 metros y 40 metros respectivamente de mineral.

#### RESERVAS DE CINC

Según investigaciones efectuadas por IGME en el coto minero de Mazarrón, parece haberse determinado una gran masa de carbonatos complejos, con un contenido de 150.000 toneladas de metal de cinc. Su gran valor en potencia conducirá, sin duda, a encontrar un sistema adecuado para obtener su beneficio. Las reservas actuales de cinc se cifran oficialmente en 11,1 millones de toneladas, repartidas en las provincias de Murcia, Santander, Córdoba, Toledo, Lugo, Almería, Vizcaya y Guipúzcoa.

#### ESTANCIA DEL DIRECTOR GENERAL DE MINAS EN CANARIAS

El pasado mes de junio hizo una visita a las Islas Canarias el Director General de Minas, Sr. Morales Abad acompañado del Subdirector General de explotaciones mineras Sr. Prado Calzado. Después de una reunión en el

Gobierno Civil de Gran Canaria, con el Gobernador, presidente del Cabildo Insular y delegado del Ministerio de Industria en esa provincia, el director general de Minas dijo sobre la nueva Ley que para Canarias el estudio que se ha hecho es el mismo que para el resto de España y que la fase final del Plan Nacional de Minería hace un estudio sobre la regulación y el ordenamiento jurídico, y que en cuanto a los medios de explotación se enfocan de modo distinto a la antigua Ley de Minas en lo que se refiere a técnicas para explotar lo que antes no era factible.

Añadió que el tema de los recursos hidráulicos subterráneos no ha sido tocado en la Ley de Minas y que realmente es un tema que habrá que tocarlo la Ley de Aguas, una ley que pese al paso de los años resulta maravillosa, aunque se tiende a modificarla, pues se precisa actualizarla para conseguir un aprovechamiento razonable de los recursos y evitar los agotamientos.

En cuanto al aprovechamiento de recursos mineros en Canarias, indicó que a lo que mayor posibilidad le ve es a las rocas como piedra pómez, fonolitas, etc., susceptible de utilización en usos industriales, como el cemento, ornamentación, etc. Dijo que esto se halla dentro del Plan Nacional de Minas y que la Dirección General en colaboración con el Cabildo Insular hará un posible estudio del suelo canario.

#### VIAJE A GALICIA DEL DIRECTOR GENERAL DE MINAS

Con el fin de visitar algunos de los trabajos desarrollados por el IGME en Galicia y tener un contacto con los mineros de la región, el Director General de Minas—ilustrísimo señor don José Morales Abad—ha realizado un viaje de cinco días de duración, acompañado del Director del IGME—señor Izaguirre—y del Subdirector General de Explotaciones Mineras—señor Prado—.

Acompañados de las primeras autoridades provinciales de Lugo y Orense, respectivamente, visitaron los trabajos de puesta en explotación del nuevo yacimiento de Pb-Zn en Rubiales (Lugo), las minas de Sn en Penonta (Orense) y las investigaciones del IGME en la zona de Verín-Laza. En la provincia de La Coruña recorrieron los trabajos preparatorios de la nueva mina de cobre de Arenteiro, la explotación de wolframio y caolín en Santa Comba y la investigación del nuevo yacimiento de lignitos descubierto por el IGME en Meirama.

En La Coruña se celebró una reunión con el Consejo Económico Sindical de Galicia donde se examinó la problemática minera de aquella región, que se ha visto favorecida por la ubicación del primer Polígono de Preferente Localización Minera que se establece en España y donde el IGME está realizando una intensa labor durante este Plan de Desarrollo con una inversión que se acerca a los 400 millones de pesetas, en explotación minera, cartografía geológica, mapas de rocas industriales, estudios sectoriales de rocas industriales y cartografía geotécnica.

En el Salón de Actos de la Cámara de Comercio de La

Coruña, pronunció una interesante conferencia el Director General de Minas, sobre la minería de Galicia y su espezanzador porvenir.

#### MINERIA DEL CARBON

Según últimos datos disponibles, correspondientes a mayo de 1973 y contenidos en la publicación del Sindicato Nacional del Combustible "Datos comparativos de la minería del carbón y de refino de petróleo", elaborados por su Servicio de Estadística, la producción de antracita, hulla y lignito, y su comparación con la registrada en igual mes del año precedente, ha sido como sigue:

**Antracita.**—En mayo de 1973 se produjeron un total de 272.535 toneladas, lo que supone un sensible aumento en relación a las 244.218 toneladas obtenidas en igual mes de 1972. La producción alcanzada en mayo de 1973 representa un incremento del 11,6 por 100 en relación con la obtenida en igual mes de 1972, y del 1,6 por 100 con respecto a la registrada en abril del año en curso.

**Hulla.**—La producción total de hulla en mayo del año en curso fue de 670.162 toneladas. Esta cantidad fue inferior, en términos absolutos, en 19.153 toneladas a la obtenida en igual mes de 1972 y superior en 17.471 toneladas a la correspondiente a abril del presente año. La producción obtenida en mayo de 1973 viene a representar un descenso del 2,8 por 100 con respecto a igual mes del año precedente y un aumento del 2,7 por 100 con relación al mes precedente.

**Lignito.**—La producción correspondiente a mayo del año en curso alcanzó una cifra de 267.814 toneladas, habiéndose registrado un descenso, en términos absolutos, de 4.845 toneladas en comparación con igual mes de 1973 y un aumento de 21.320 toneladas con relación a abril pasado. La producción obtenida en mayo representa un decremento, en términos relativos, del 1,8 por 100 en relación a igual mes de 1972 y un aumento del 8,6 por 100 con respecto a abril último.

En conclusión, se registraron en mayo del presente año unas producciones de hulla y lignito inferiores a las alcanzadas en igual mes de 1972, mientras que aumentó la producción de antracita. Por otra parte, las tres producciones consideradas experimentaron incrementos con respecto a abril del año en curso.

#### EL CARBON NACIONAL

Dos características resaltan de un modo claro en el carbón nacional: su calidad y su precio. La calidad es baja porque la potencia calorífica casi siempre es poco elevada y el porcentaje de cenizas y de azufre suele ser excesivo. Por otra parte, es muy reducida la proporción de carbón verdaderamente coquizable.

Las principales causas del fuerte coste de producción, son tres. La estrechez y la dislocación de las capas de

muchos de los yacimientos; su espesor medio oscila entre 50 y 60 cm; la necesidad de lavarlo y la friabilidad de nuestros carbones; es decir, su alta proporción de menudos, que alcanza un promedio del 60 por 100 de la totalidad del tonelaje extraído.

La producción de carbón en España se estancó a partir de 1959, por tres razones: la escasa productividad, la insuficiencia de mano de obra especializada y el continuado proceso de sustitución que se viene operando del carbón por la electricidad y los productos petrolíferos.

Debido al incremento del precio del petróleo y su crisis mundial, ha hecho pensar en la vuelta al viejo mineral, cuyas reservas mundiales son considerables.

#### NUESTRAS EXPORTACIONES DE MERCURIO

Pese a la situación del mercado en este metal, en los cinco primeros meses de este año España ha exportado 748 millones de mercurio, por valor de 349,3 millones de pesetas, cifra que representa un aumento del 140,22 por 100 con relación al mismo período de 1972.

El aumento que están experimentando en los últimos meses los precios del mercurio en los mercados internacionales, aunque todavía se encuentren lejos de las cotas consideradas como normales, y la colaboración entre Minas de Almadén (España) y Monte Amiata (Italia), principales empresas productoras del mundo, han favorecido esta recuperación de los precios, ya que son las dos empresas más importantes del mundo en producción de mercurio y tienen la natural influencia para actuar, al final, sobre el régimen de precios.

#### ANDALUZA DE MINAS AUMENTARA SU PRODUCCION

Según el director-delegado de la Compañía Andaluza de Minas en Almería, la mina de hierro que dicha compañía explota en el término municipal de Alquife, Granada, doblará su producción al término de las obras del nuevo embarcadero de mineral que la mencionada sociedad proyecta construir en el puerto de Almería, lo que facilitará el atraque de buques de 50.000 toneladas de peso muerto.

Recordamos que esta zona minera andaluza produce alrededor del 80 por 100 del total de mineral de hierro que se extrae en España.

#### BUSQUEDA DE ORO EN LA PROVINCIA LEONESA

Seis permisos de investigación minera para la búsqueda de oro en la provincia leonesa acaban de ser presentados en el Ministerio de Industria.

La superficie que abarcan las seis concesiones que se solicitan es de unas 26.700 hectáreas y abarca diversos términos municipales, entre los que se encuentran los de

Magaz de Cepeda, Villamejil, Quintana del Castillo, Villagatón, Villaobispo de Otero, Congosto, Bembibre y Torre del Bierzo.

La producción española de oro es en la actualidad prácticamente inexistente, aunque se espera obtener algunas cantidades cuando se inicie el tratamiento de las pirritas del sur de España.

Durante el año 1972, se importaron en España 26 toneladas de oro y sus aleaciones, por valor de 2.048,3 millones de pesetas.

#### ULTIMAS PUBLICACIONES MINERAS DEL IGME

**Cartografía minera:** Del Mapa Metalogenético de España, de E. 1:200.000, han aparecido últimamente las Hojas:

- Núm. 19. León.
- Núm. 30. Aranda de Duero.
- Núm. 80/81. Ayamonte/Huelva, y
- Núm. 74. Puebla de Guzmán.

Dentro del mes de septiembre, por estar ya su edición muy avanzada, aparecerán las:

- Núm. 75. Sevilla, y
- Núm. 53. Toledo.

Las citadas, junto con las 6 anteriores editadas, hacen un total de 12 Hojas y Memorias publicadas hasta la fecha.

**Mapa Nacional de Rocas Industriales:** Del Mapa de Rocas Industriales, a escala 1:200.000, han aparecido las Hojas y Memorias:

- Núm. 56. Valencia.
- Núm. 64. Alcoy.
- Núm. 73. Alicante, y
- Núm. 79. Murcia.

Asimismo, también hemos de destacar por su gran interés la aparición del

- Atlas de Rocas Industriales de España y
- Mapa de Rocas Industriales E. 1:500.000, todo ello en un solo volumen.

#### ASTURMINERA

La asociación con la Compañía Asturiana de Cinc y Fina Ibérica, la Unión Minière, de Bruselas, formará Asturminera. La nueva compañía tendrá un capital de cien millones de pesetas y exportará metales no féreos de las concesionarias mineras de las dos compañías españolas.

#### APROVECHAMIENTO DE LA ESCORIA DE COQUE EN LAS MINAS DE ESPAÑA

El Servicio de Información de la Cámara de Comercio de Hungría nos participa que directivos de Hunosa, que

recientemente viajaron a Polonia y a este país para estudiar la tecnología de explotación de las escorias de coque, solicitaron a los especialistas del Departamento Haldex de Minas de Carbón de Tatabánya, Hungría, que examinaran la composición de los montes de escoria del coque en las minas asturianas, a fin de determinar si son aprovechables.

En la cuenca del Nalón se comprobó—a base de análisis—que los montes de escoria acumulada durante decenios y que todavía contienen carbón valioso, pueden ser explotados y aprovechados de manera rentable mediante la aplicación de la tecnología del Haldex. Como consecuencia, de Tatabánya fue enviada a España una oferta para el establecimiento de una unidad, Haldex para el aprovechamiento de escorias, con un rendimiento de 100 Tm/h, es decir, de mediana capacidad.

#### RESERVA PROVISIONAL PARA LA INVESTIGACION DE TODA CLASE DE MINERALES

El Ministerio de Industria a través de su sección de Minas, ha acordado establecer a favor del Estado, la reserva provisional para la investigación de toda clase de minerales, excluidos los radioactivos, carbón e hidrocarburos, que pueden encontrarse en los terrenos francos existentes en la actualidad, y asimismo en los que quedan libre mientras subsista la reserva, en la zona denominada "Subsector IV - Area 1", comprendida en los términos municipales de Maceda, Verín, Monterrey y otros. La extensión de este sector es de unas 120.000 Has.

#### PROXIMO ACUERDO DEL I. N. I. CON BRASILEÑOS Y JAPONESES EN BRASIL

Dentro de las próximas semanas, el I. N. I. firmará en Río de Janeiro un acuerdo para la explotación de un importante yacimiento de mineral de hierro, situado en Cavajos (Brasil), conjuntamente con la empresa brasileña Compañía Minera Valle do Rio Doce y un importante grupo financiero japonés. Con esta explotación, el I. N. I. pretende asegurar parte de los abastecimientos de esta materia prima para la siderurgia española.

#### ANDRES MARTINEZ BORDIU, NUEVO PRESIDENTE DE LA COMPAÑIA MINERA SIERRA MENERA

Don Andrés Martínez Bordiú, ingeniero de Minas y consejero delegado de la compañía minera de Sierra Menera, ha sido nombrado presidente de esta sociedad por fallecimiento de don Juan Antonio de Aznar y Zavala, anterior titular de este cargo.

Sierra Menera, una de las empresas mineras más antiguas de España, explota los yacimientos de mineral de hierro situados en el límite de las provincias de Guadala-



jara y Teruel. Dispone de instalaciones portuarias en Sagunto, localidad enlazada con la mina a través de un ferrocarril de Renfe.

La sociedad atraviesa en estos momentos una etapa importante, teniendo en marcha diversos e interesantes proyectos para incrementar su producción de mineral, mejorar las instalaciones de embarque en Sagunto que permitan atracar barcos mineraleros de hasta 70.000 toneladas de capacidad útil, y construir una planta de pelletización, posiblemente en Sagunto, que incremente la calidad del mineral.

Durante los últimos meses se han realizado trabajos de reconocimiento y prospección del criadero de Sierra Mennera, habiéndose localizado y valorado reservas del orden de 110 millones de toneladas, con una ley media ponderada del 51,56 por 100 de un mineral que no presenta ningún problema en cuanto al fósforo, azufre y otras impurezas.

#### EL "VALDIVIA" EXPLORA UN CAMPO SUBMARINO DE NODULOS DE MANGANESO

Durante el período agosto-diciembre de 1972 se dedicó el barco alemán "Valdivia" a la búsqueda de nódulos de manganeso en el fondo del mar, y ha conseguido localizar al Sur de Hawai una zona de 500 kilómetros de longitud por 200 de anchura sembrada de nódulos de manganeso con una densidad media de 12 a 15 kilogramos por metro cuadrado. Estos nódulos contienen por término medio de un 2,5 a un 2,8 por 100 de cobre y níquel.

El campo submarino explorado con una cuchara bumerang, desarrollada por la "Preussag". Es lanzada desde el barco, toma una muestra de una décima parte de metro cuadrado a una profundidad de 5.000 metros y vuelve a ascender automáticamente a la superficie. Este proceso dura en total unas dos horas y media. Lanzamiento en serie de estos aparatos, que pueden ir además equipados con cámaras dotadas de "flash", ofrecen nuevas posibilidades para la exploración de extensos campos de nódulos de manganeso, ya que permite una reducción considerable del tiempo empleado en estos menesteres y, por consiguiente, abaratar las campañas de los barcos (cada día de trabajo del "Valdivia" cuesta unos 25.000 marcos). El "Valdivia" ha vuelto a iniciar una campaña de exploración en la misma zona y confía en que el tramo longitudinal ahora explorado llegue hasta las costas occidentales de Norteamérica y pueda ser explotado juntamente con otros países.

#### AGUAS SUBTERRANEAS

##### EL DIRECTOR GENERAL DE MINAS EN ALBACETE. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO CAZORLA-HELLIN-YECLA

El Ministerio de Obras Públicas ha asegurado que el agua de su subsuelo será para Albacete. Según datos ofre-

cidos en la conferencia pronunciada por don Enrique Coma, jefe de la División de Aguas Subterráneas del Instituto Geológico y Minero de España, se estima del orden de 350 a 400 hectómetros cúbicos al año, con una capacidad de embalsa que puede llegar a los 10.000.

El señor Coma explicó el estudio hidrogeológico, "Cazorla-Hellín-Yecla", que está dotado con el más numeroso y completo equipo de técnicos que ha trabajado en nuestro país, en materia de aguas subterráneas.

El director general de Minas, don José Morales Abad, dijo que en España, teóricamente se puede regar un millón de hectáreas, partiendo de la base de que sus recursos son del orden de los 20.000 hectómetros cúbicos, de aguas subterráneas.

Respecto a la Ley de Minas, el señor Morales Abad mostró su complacencia de cuanto se lleva hecho y dijo que ésta permite contemplar nuevas técnicas de explotación y una mayor utilización de los recursos minerales así como que confía en que a los organismos competentes les de una mayor autoridad para poder planificar la explotación de nuestros recursos minerales. Después de hacer un análisis de la evolución minera, comentó que el valor bruto de la producción no va al compás de la producción nacional, notándose, en este aspecto, una regresión y que el déficit se está supliendo con importaciones que, en 1970, fueron del orden de los 25.000 millones de pesetas, con lo cual, a ese ritmo en 1980 se llegaría a los 45.000 millones de pesetas.

##### EL DIRECTOR GENERAL DE MINAS, EL DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA Y EL SUBDIRECTOR GENERAL DE EXPLOTACIONES MINERAS, EN CIUDAD REAL

El pasado mes de julio tuvo lugar en Ciudad Real una importante reunión con motivo de dar a conocer a las primeras autoridades de la provincia el Estudio Hidrogeológico de la Cuenca del Guadiana, que ha iniciado el IGME en colaboración con IRYDA, dentro del Programa de Investigación de Aguas Subterráneas.

Con este motivo se desplazó a Ciudad Real el Director General de Minas, señor Morales Abad, acompañado del Director del IGME, señor Izaguirre Rimmel, el Subdirector General de Explotaciones Mineras, señor Prado, el Jefe de Aguas Subterráneas del IRYDA, señor Murcia, el Jefe de la División de Aguas Subterráneas del IGME, señor Coma, y un nutrido grupo de técnicos relacionados con el Estudio del Guadiana.

En el Gobierno Civil tuvo lugar una rueda de prensa durante la cual el Director General de Minas contestó a las numerosas preguntas que le formularon sobre las actividades mineras de la provincia.

Posteriormente, en la Casa Sindical, el señor Coma pronunció una interesante conferencia donde expuso la metodología y los objetivos del ambicioso proyecto que se inicia y donde se espera, entre otros objetivos, llegar

a una evaluación de los recursos de aguas subterráneas de la provincia de Ciudad Real y la determinación de las bases a que debe ajustarse su explotación nacional. El señor Prado y el Gobernador de la provincia pronunciaron interesantes palabras resaltando la importancia socioeconómica del proyecto para el desarrollo de Ciudad Real.

#### AGUAS MINERALES

##### AGUAS MINERALES. PRODUCCION NACIONAL

Según datos del Ministerio de Industria, la producción nacional de aguas potables de manantial en 1972 fue de 275 millones de litros, valorados en 850 millones de pesetas, con notable aumento respecto de 1970 y 1971, en los que la producción registrada fue de 179 y 225 millones de litros, valorados en 494 y 610 millones de pesetas, respectivamente.

##### CONTINUA AUMENTANDO EL CONSUMO DE AGUAS MINERALES

Más de 300 millones de litros de aguas minerales se consumirán en España durante el año 1973, con un valor aproximado a los mil millones de pesetas, lo que significará un aumento del orden del 20 por 100 sobre los registrados en 1972.

##### CLAUSURA DE JORNADAS DE AGUAS MINERO-MEDICINALES

En la sede central del Consejo Superior de Investigaciones Científicas se celebró el acto de clausura de las primeras Jornadas de Calidad de las Aguas Minero-Medicinales, que se celebraron durante los días 25, 26 y 27 del pasado mes de junio.

El acto, presidido por los subdirectores generales de Explotaciones Mineras, Enrique de Llanso; Medicina Preventiva, Román Herrero Ayllón, y Farmacia, Manuel Reol Tejada, y por el presidente de la Agrupación Nacional de Aguas Minero-Medicinales, Rafael Calleja, dio comienzo con una disertación del doctor José Catalán Lafuente, jefe de la Sección de Contaminación y Depuración del Agua del Patronato Juan de la Cierva, quien pronunció una documentada conferencia sobre "Tratamientos susceptibles de ser utilizados en una planta embotelladora de aguas minero-medicinales".

##### VALENCIA: NUEVAS AGUAS MINERO-MEDICINALES

Las aguas del manantial "Font Lillo" del término municipal De Manuel, han sido declaradas minero-medicinales, autorizándose su explotación como tales.

El titular del manantial, Casildo Soler Cabanes, solicitó de la Dirección General de Minas el oportuno estudio y análisis, que ha dado como resultado la clasificación antedicha.

#### HIDROCARBUROS

##### CAMPO PETROLIFERO ESPAÑOL DE AMPOSTA

Desde el punto de vista técnico, el comportamiento del campo petrolífero español de Amposta es perfectamente satisfactorio y dentro de unos meses se conocerán sus reservas definitivas, ha manifestado recientemente el señor Louis Eyssautier, presidente de Coparex, en unas declaraciones que recoge esta semana el boletín "Petróleo".

Por ahora —añadió el señor Eyssautier— lo que sabemos es que es posible una producción superior a las cinco mil toneladas diarias, o sea, 1,8 millones de toneladas al año.

El presidente de Coparex (una de las sociedades que participa con el I. N. I. la Shell y Campsa en la explotación del campo de Amposta) ha manifestado también que la compañía ha concluido recientemente con la General American Oil Company of Texas (G. A. O.) un acuerdo relativo a la puesta en explotación de otros tres permisos, dos en Amposta y un tercero en Buda (desembocadura del río Ebro), en los cuales Coparex tiene el 40 por 100, y el I. N. I., el 60 por 100. Los franceses han cedido a G. A. O. la mitad de sus derechos a cambio de que los americanos tomen a su cargo la financiación de los dos pozos que se perforarán durante este año.

##### SONDEO PETROLIFERO EN LAS CERCANIAS DE CASPE

Auxini, empresa del Instituto Nacional de Industria, ha iniciado hoy un sondeo petrolífero en las cercanías de la localidad de Caspe. Su nombre es Caspe 1, y se perfora con una máquina de la Compañía General de Sondeos. Los trabajos se prolongarán, probablemente, unos dos meses.

Como se sabe, Auxini está llevando también a cabo un sondeo en busca de petróleo en las cercanías de Pamplona.

##### ESPERANZADORA BUSQUEDA DE PETROLEO EN NAVARRA Y EN ARAGON

Ha comenzado en el término de Cizur Menor, a un kilómetro de Pamplona, la perforación del pozo "Pamplona 1", de las nuevas prospecciones petrolíferas iniciadas en Navarra, de las que se esperan resultados positivos.

La compañía perforadora que intenta encontrar petróleo en Cizur Menor ha comenzado hoy en el pozo "Pam-

plona 5" la perforación que la prueba de unas bombas había retrasado.

La actividad recuerda a la de un hormiguero. No se descansa en ningún momento, y todo depende de la última prueba de las bombas, ya que al pie de la torre, dentro del orificio abierto a modo de guía, ha recibido el primer tubo, en cuyo extremo ha sido colocada la cabeza de apertura o tricono, el verdadero perforador, a la espera de comenzar su trabajo.

#### EL SONDEO NUMERO UNO DEL CANTABRICO, SIN RESULTADOS

Esso Exploration Spain Inc., compañía que conjuntamente con el Instituto Nacional de Industria y el Banco Español de Crédito realiza un programa de explotación en el golfo de Vizcaya, ha terminado la perforación del sondeo exploratorio denominado Golfo de Vizcaya número 1, el primero que se ha ejecutado en la plataforma marina del norte de España.

El pozo Golfo de Vizcaya número 1 fue perforado en el mar Cantábrico a unos 20 kilómetros al norte de San Sebastián, en aguas de 143 metros de profundidad, y alcanzó una profundidad total de sondeo de 3.337 metros. Al no haber encontrado indicios de hidrocarburos, ha sido abandonado como pozo "seco". El sondeo se inició el 5 de marzo por el barco de perforación "Grand Isle", de la Global Marine Europa Ltd., que acaba de abandonar el lugar del sondeo para dirigirse a un nuevo destino fuera de España.

#### LA PRODUCCION DEL PETROLEO ESPAÑOL SUPONE UN 8 POR 100 DE LAS NECESIDADES

Durante los cinco primeros meses del año la producción de crudos españoles ascendió a 1.506.000 toneladas, lo que representa un aumento del 69 por 100 sobre el mismo período del año anterior. Nuestra producción se ha situado muy cerca del total de crudo propio obtenido a lo largo del pasado año.

En medios petrolíferos se señala que entre los diversos factores que han contribuido a este aumento figura, en primer lugar, la puesta en marcha del yacimiento de Amposta, que en los cinco primeros meses del año, suministró un total de 197.000 toneladas, a las que hay que añadir las 50.000 toneladas extraídas en Ayoluengo.

Por otra parte, cabe destacar la producción de Hispanoil en el exterior, que experimentó un fuerte impulso, totalizando en el período enero-mayo 1.259.000 toneladas de crudo, con un aumento del 52 por 100 sobre el mismo período de 1972.

El incremento de las disponibilidades propias de crudo, que representan el 8 por 100 de los suministros a las re-

finerías españolas, ha repercutido en el comercio exterior, siendo significativo el hecho de que nuestras importaciones aumentaran solamente un 2,8 por 100 en los cinco primeros meses del año, pasando de 16,4 millones de toneladas en 1972 a 16,9 en el período de referencia.

#### SONDEOS PEROLIFEROS EN EL GOLFO DE CADIZ

En la última semana de septiembre llegó al golfo de Cádiz la plataforma semisumergible "Sedco 135", al objeto de iniciar un sondeo petrolífero para el consorcio Shall-Campsa.

El nuevo pozo según se cree en medios allegados al sector, permitirá obtener información sobre la importancia de los indicios hidrocarburos aportados por los sondeos efectuados en el verano de 1972 en las mismas aguas.

Posteriormente, la citada plataforma, que hasta ahora ha estado efectuando sondeos en Nigeria, se trasladará a las islas Columbretes, frente a Alicante, al objeto de efectuar un nuevo sondeo.

El programa de perforaciones con la citada plataforma prevé un tercer pozo, en aguas del Mediterráneo aunque todavía sin determinar.

#### PLATAFORMA PEROLIFERA PARA AGUAS PROFUNDAS

En el nuevo astillero del grupo Aker, en Verdal, cerca de Trodheim, en Noruega, se ha procedido a la botadura de la primera plataforma petrolífera "H-3" para perforar en alta mar. La plataforma "H-3", semisumergible, está especialmente diseñada por los ingenieros de Aker para operar en las condiciones del Mar Negro. El grupo Aker tiene en cartera un total de siete plataformas de este tipo, así como otras dos del tipo americano ODECO. Otro astillero noruego está construyendo plataformas "H-3" bajo licencia, mientras que un astillero finlandés construye igualmente otras dos "H-3" bajo licencia.

#### LA JEFATURA DE MINAS INVESTIGA SOBRE EL PETROLEO DE SANLUCAR DE BARRAMEDA

Por lo que respecta a las últimas noticias sobre la posible existencia de petróleo en Sanlúcar de Barrameda, la Jefatura de Minas ha enviado a varios técnicos para estudiar el asunto sobre el terreno. En el Ministerio de Industria aún no se ha recibido ningún informe al respecto. Esta zona ya ha sido investigada anteriormente, sin obtener resultados satisfactorios. Para el mes de noviembre se tienen previstos nuevos trabajos en las costas de Huelva y en Columbretes, que serán realizados por Campsa y Shell.

#### ASISTENCIA TECNICA U. S. A. PARA HISPANOIL

Hispanoil firmará un contrato de asistencia técnica con la Stanford Research Institute, de California, Estados Unidos, para lo que ha sido autorizada por el Ministerio de Industria, según informa la publicación "Petróleo".

El objeto de este contrato son diversos trabajos de investigación sobre demanda y oferta mundial, con especial referencia a petróleo y gas.

Este contrato, según parece, forma parte de los estudios que lleva a cabo la citada empresa para evaluar las posibles actuaciones a escala internacional en materia de investigación y exploración de hidrocarburos.

Este estudio, que estará finalizado a últimos de este año, tiene por objeto seleccionar las áreas más idóneas a escala internacional en cuanto a posibilidades de descubrir hidrocarburos, lo que permitirá a Hispanoil una mayor selectividad a la hora de solicitar los permisos de investigación.

#### SUSPENSION MOMENTANEA EN LOS SONDEOS PETROLIFEROS DE CHINCHILLA

Ha sido detenido el sondeo que la empresa Tenneco España realiza en el término de Aldeanueva, caserío próximo a Chinchilla (Albacete), por pérdidas de circulación y a la espera de que llegue una nueva torre capaz de llegar a mayores profundidades.

El sondeo, llevado a cabo por Sonpetrol, está en la actualidad a una profundidad de 270 metros. Con la nueva torre se espera llegar a los 2.500 metros, con una inversión superior a los 100 millones de pesetas.

#### SONDEOS DEL I. N. I. EN NAVARRA, TERUEL Y CASTELLON

El Ministerio de Industria ha encomendado al I. N. I. la investigación y explotación de hidrocarburos en las áreas de Navarra, Teruel y Castellón de la Plana. Se estima que las inversiones a realizar superarán los 200 millones de pesetas.

Los trabajos de exploración deberán terminar en un plazo inferior a los tres años.

#### MINERALURGIA

#### EVOLUCION SIDERURGICA EN ENERO-AGOSTO DE 1973, PRODUCCION COMERCIO EXTERIOR Y CONSUMO APARENTE

La producción de acero en el período se estima en 6.327.000 toneladas, con una media mensual que supera en un 13,9 por 100 a la registrada en el conjunto de 1972.

En base a las estadísticas de la Dirección General de Aduanas, las importaciones de productos siderúrgicos en los ocho primeros meses de 1973 han ascendido a 1.027.000 toneladas en acero equivalente. La media mensual del período se sitúa un 15,7 por 100 por encima de la media mensual de 1972. Las exportaciones en igual tiempo han sido de 1.408.000 toneladas en acero equivalente, con aumento del 30,5 por 100 en la media mensual respecto a la media del año anterior.

La estimación del consumo aparente en el período referido se cifra en 6.118.000 toneladas en acero equivalente, con una media mensual superior en un 10,4 por 100 a la del conjunto de 1972.

#### LA PRODUCCION EN MAYO DE ALTOS HORNOS DE VIZCAYA

La producción de Altos Hornos de Vizcaya, S. A., en el pasado mes de mayo registra un aumento del 27,4 por 100 en productos planos laminados en frío (17.107 toneladas) y del 78,9 por 100 en chapa galvanizada (11.202 Tm). De redondo y *fermachine* también se registró un aumento del 6,1 por 100 (19.210 Tm), siempre en relación con el mismo período del año anterior. La disminución registrada en la producción del tren de bandas en caliente (76,1 por 100) se debió a las obras que se realizan para duplicar la capacidad anterior. Por último la producción de acero fue sensiblemente semejante a la obtenida en mayo del pasado año.

#### GEOTECNIA

#### ULTIMAS PUBLICACIONES GEOTECNICAS DEL IGME

*Cartografía Geotécnica:* En E. 1:200.000 y dentro de la colección del Mapa Geotécnico General, están puestas a la venta las Hojas y Memorias siguientes:

- |      |        |                         |
|------|--------|-------------------------|
| Núm. | 1.     | La Coruña.              |
| Núm. | 2.     | Avilés.                 |
| Núm. | 3.     | Oviedo.                 |
| Núm. | 7.     | Santiago de Compostela. |
| Núm. | 9.     | Cangas de Narcea.       |
| Núm. | 10.    | Mieres.                 |
| Núm. | 16/26. | Pontevedra/La Guardia.  |
| Núm. | 29.    | Valladolid.             |
| Núm. | 35.    | Barcelona.              |
| Núm. | 45.    | Madrid.                 |
| Núm. | 52.    | Talavera de la Reina.   |
| Núm. | 53.    | Toledo.                 |
| Núm. | 83.    | Granada/Málaga, y       |
| Núm. | 84/85. | Almería/Garrucha.       |



## CEMENTO

La producción española de cementos durante el primer semestre fue de 10.914.518 toneladas, en el conjunto de los seis primeros meses del año se han logrado vender 10.999.198 t (17,05 por 100 por encima de las ventas de enero-junio del año pasado).

En el mes de junio y a fin de paliar los problemas existentes en este sector se han reducido las exportaciones (-26,24 por 100) e incrementado extraordinariamente las importaciones (+796,72 por -00), que han alcanzado las 25.700 toneladas.

En los seis primeros meses del año que transcurre se han consumido 10.559.252 t, que representan un aumento del 16,02 por 100 en comparación con el consumo del pasado año en el mismo período.

## EXTRACCION DE ARIDOS

Se ha solicitado autorización para extraer 10.000 metros cúbicos de áridos en el tramo del río Miño, comprendido entre la parte posterior de la estación de Barbantes y el punto situado 2 kilómetros aguas abajo del río, en la misma margen de éste, del término de Cenlle. La tarifa propuesta es de 50 pesetas el metro cúbico.

## ENERGIA

## SE ESTA TERMINANDO EL PLAN ENERGETICO NACIONAL

Está bastante adelantada la redacción del plan energético nacional, que lleva a cabo la Dirección General de Energía, del Ministerio de Industria, por lo que es muy posible que a finales de este año o principios de 1974 pueda ver la luz.

El plan citado señalará las directrices de la política energética española para los próximos veinte años, en todos sus aspectos: eléctrico, combustibles sólidos y líquidos, redes de distribución, oleoductos, gas natural, comercio exterior, etc.

## REUNIONES CIENTIFICAS

## VIII CURSO DE HIDROGEOLOGIA PARA GRADUADOS "NOEL LLOPIS"

Organizado por el Departamento de Estratigrafía y Geomorfología y Geotectónica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid, la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones mineras, S. A., del Instituto Nacional de Industria, y el Departamento de Geología Económica del Consejo Superior de Investigaciones

Científicas, se celebrará en Madrid entre los meses de enero y junio próximos, el VIII Curso de Hidrogeología para Graduados "Noel Llopis".

La Comisión Directiva estará dirigida por la Dra. en Ciencias Geológicas doña Carmina Virgili Rodón y la Comisión Docente por el Dr. Ingeniero don Manuel Llamas Madurga.

Está prevista la adjudicación de un cierto número de becas. Al final del curso se expedirá el correspondiente diploma, previo superación de las pruebas correspondientes. Este diploma estará expedido por la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid. Este Curso de Hidrogeología podrá tener validez como Curso Monográfico del Doctorado en Ciencias de dicha Universidad.

## CONTAMINACION

## BADAJOZ SE OPONE A LA INSTALACION DE UNA FABRICA DE CELULOSA EN MERIDA

Con relación al Informe presentado por los dirigentes de "Celulosas de Extremadura, S. A." a los medios informativos de la capital de España, en Badajoz y su provincia ha causado honda extrañeza que en dichas declaraciones no se haya aludido en lo más mínimo a la fuerte oposición que, desde el primer momento, ha reinado en numerosos círculos, tanto oficiales como privados. Esta oposición a la que aludimos se patentizó de forma definitiva en el acuerdo adoptado el pasado 15 de junio por la corporación municipal de Badajoz y por el Consejo Local del Movimiento de oponerse a la ubicación en Mérida de una fábrica de celulosa. Posteriormente, el día 19 del mismo mes, la Diputación Provincial adoptaba un acuerdo similar. Esta postura de los centros oficiales de la provincia se basa fundamentalmente en los informes anteriormente emitidos por la Facultad de Ciencias de Badajoz.

En dichos informes se ponía de manifiesto el grave riesgo de instalar industria—como la de celulosa—de alta capacidad de polución, indicando que las torrenteras del río Guadiana (receptor de las aguas residuales de dicha fábrica) son prácticamente nulas y su contaminación del río polucionaría, a su vez, las capas freáticas inferiores. La situación que con los vertidos de celulosa se plantearía vendría a agravar el actual índice de contaminación de las aguas. Recuérdese que en los últimos días, millones de peces muertos han sido recogidos en las márgenes del Guadiana a su paso por la capital de la provincia y que el cauce del río, desde Mérida, atraviesa la zona de las vegas bajas del Plan Badajoz.

Debido a estas y otras precisiones y a un estudio elaborado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas sobre el asunto, la ubicación de la fábrica de celulosa en Mérida no se considera aquí, en las actuales circunstancias, como realmente factible, dado que los riesgos con-

taminadoras que comporta no parece, ni con mucho, compensados por el beneficio industrial, económico o social, discutible, que puedan afirmar los dirigentes de "Celulosa de Extremadura, S. A." que reportaría a la zona de Mérida y al resto de la provincia.

## SIETE MILLONES DE LITROS DE AGUA DIARIOS CONSUMIRA LA FORD. DE ELLOS, SEIS MILLONES SE VERTIRAN EN LA ALBUFERA

Se dice que la factoría hará un consumo por hora de 450 metros cúbicos, y durante dieciséis horas diarias, lo que supone más de siete millones de litros al día. Más de seis millones de este caudal serán vertidos en la Albufera. Claro que depurado, para lo que va a ser construida una estación por una empresa extranjera, que costará sobre unos ochenta millones de pesetas. Este punto preocupa a muchos valencianos, que temen por nuestro lago, cada vez con menos producción piscícola. Sin embargo, la Confederación Hidrográfica del Júcar—que ha aprobado este vertido—, asegura que, una vez tratadas, las aguas serán más puras que las que nos bebemos en Valencia. Yo creo que nuestra preocupación debiera tomar otros derroteros y pensar en esa agua que nos bebemos.

Finalmente, sólo los podemos decir que, según "comentarios", estas dos semanas próximas parece que van a ser decisivas para el tema de la Ford, por cuanto pueden quedar despejadas las incógnitas hoy planteadas el próximo día 9 de julio, fecha en la que se esperan nuevas visitas a Valencia de personas muy importantes en esta cuestión de la Ford Almusafes.

## PURIFICACION DEL AGUA CON ENERGIA ULTRAVIOLETA

Un sistema de purificación que aprovecha la energía ultravioleta proporciona un medio sencillo, eficaz y natural de exterminar bacterias, virus y demás microorganismos nocivos que se hallan en el agua. Este sistema—de fabricación británica—es una derivación del proceso natural según el cual los arroyos que descienden por las montañas se purifican por la radiación ultravioleta del sol, y viene a solucionar los inconvenientes ambientales que presenta el uso de sustancias químicas, como el cloro. Ni el sabor, ni la composición química del agua se ven afectados por el nuevo procedimiento; es más, se conservan todas las propiedades medicinales o de sabor especial que le puedan dar al agua los gases o minerales disueltos. Otras ventajas: no produce efluentes residuales que requieran instalaciones separadas para su eliminación; no se genera ninguna reacción entre el agua y las tuberías o recipientes, y es imposible dar al agua un tratamiento excesivo. Los aparatos pueden ocuparse de caudales de hasta 45.460 litros por hora. Pueden combinarse varios aparatos para manejar diversos flujos. La instalación mayor consume 2,2 kilovatios. El

purificador consta de un tubo en arco que proporciona la cantidad exacta de energía ultravioleta para un ritmo determinado del flujo. Se halla instalado en una envoltura de cuarzo para su aislamiento eléctrico y térmico. El líquido pasa por esa camisa exterior a una cámara de irradiación, de vidrio de borosilicato, de latón o de acero inoxidable, según sea la aplicación. Este aparato se aplica al abastecimiento de agua rural, depósitos de agua, agua para el lavado de botellas, recipientes, preparación de productos farmacéuticos, lácteos, cervezas, etc.

## COOPERACION HISPANO-FRANCESA PARA LA DEFENSA DEL MEDIO AMBIENTE

El ministro francés de la Protección a la Naturaleza y del Medio Ambiente, señor Poujade, recibió a los representantes de los medios informativos para comunicarle el contenido de los acuerdos de cooperación con España firmados en los últimos días. Estos acuerdos se han firmado, en representación de nuestro país, a través de la Comisión Interministerial del Medio Ambiente, presidida por el Ministro del Plan de Desarrollo, señor Martínez Esteruelas.

Según se informa en el comunicado distribuido a los periodistas, las sesiones de trabajo llevadas a cabo estos días en Madrid han permitido intercambiar puntos de vista sobre experiencias administrativas, económicas y técnicas de los dos países en materia de medio ambiente. Se ha proyectado una amplia cooperación en este terreno. Con vistas al desarrollo de esta cooperación, los dos ministros han decidido programar intercambios periódicos a nivel de funcionarios y de expertos. Las primeras sesiones de trabajo tendrán lugar en Arc y Senans, en otoño de 1973. La lucha contra la contaminación atmosférica, la política de gestión del agua y la lucha contra la contaminación de las fuentes de agua y el análisis de los problemas de desarrollo y conservación de la Naturaleza serán, entre otros, los temas a tratar. Sin olvidar, asimismo, los estudios sobre la protección de las zonas marítimas y terrestres fronterizas.

## LABORATORIOS

## INVESTIGACION DEL LABORATORIO DE ESPECTROQUIMICA DEL IGME

El Laboratorio de Espectroquímica del IGME está poniendo a punto un método para analizar cationes en aguas en concentraciones del orden de  $10^{-9}$ .

## ANALISIS DE ELEMENTOS TRAZAS

Actualmente el Laboratorio de Espectroquímica del IGME está finalizando análisis espectrográficos de elemen-

tos trazas para un estudio geoquímico del Proyecto de Investigaciones Mineras Alquife-Marquesado.

#### PROYECTO DE INVESTIGACION Y ESTUDIO DE ELEMENTOS ESCASOS Y DISPERSOS

El Laboratorio de Espectroquímica del IGME está poniendo a punto técnicas para el análisis de elementos escasos y diseminados correspondientes a unas zonas de Galicia, Zamora y Salamanca. Se analizan ya los elementos siguientes: Li, Rb, Cs, Be, V, y Mo.

#### VARIOS

#### NUEVO CONSEJO DIRECTIVO DE LA ASOCIACION NACIONAL DE INGENIEROS DE MINAS

El 28 de mayo pasado resultaron elegidos los siguientes cargos del Consejo Directivo de la Asociación Nacional de Ingenieros de Minas:

##### Presidente:

D. Juan Antonio Gómez Angulo.

##### Vicepresidente:

D. José María Lucía Lucía.

##### Secretario:

D. Mariano-Ricardo Echevarría Caballero.

##### Tesorero:

D. Francisco Sánchez Gómez.

Vocales: Señores Díaz de Berricano, Rodríguez Paradinas, Gómez Pallete, González Pumariega, Prado Calzad, Sayago Ramírez y Pastor Gómez.

##### N. de la R.

*Damos nuestra enhorabuena al nuevo Consejo Directivo y muy especialmente a su Presidente, Sr. Gómez Angulo, que con evidente acierto desempeñó la Dirección de este Instituto Geológico y Minero hasta fechas muy recientes, asimismo al Secretario y Vocal de dicha asociación, Sres. Echevarría Caballero y Pastor Gómez, respectivamente, ambos Ingenieros de esta Casa.*

#### CENTESIMO ANIVERSARIO DEL NACIMIENTO DEL PROFESOR DR. RUDOLF SOKOL, DE PRAGA

Rudolf Sokol nació el 26 de julio de 1873 en Salská, de la Bohemia central, y murió a los cincuenta y tres años.

Además de Geólogo forma parte de los hombres de ciencia de la antigua Austria. Como profesor de la Universidad y de la Escuela Politécnica de Praga, se preocupó sobre todo de las cuestiones metodológicas. Fue miembro de la Real Sociedad Científica de Bohemia y de otras instituciones de ciencias naturales. El número de sus trabajos sobrepasa el centenar. Mantenía comunicación directa y estrecha con los grandes geólogos de su época.

#### CONTRATOS DE ASISTENCIA TECNICA AUTORIZADOS POR EL MINISTERIO DE INDUSTRIA

El Ministerio de Industria ha autorizado un contrato de asistencia técnica firmado entre la Empresa Nacional Hulleras del Norte (Hunosa) y la Montan-Consulting-Gmbg, de Essen (Alemania federal), sobre asesoramiento minero para las minas de la Empresa española, según Europa Press.

El mismo Departamento ha aprobado también los siguientes contratos de asistencia técnica: de la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, con Sol Export International, de Francia, para realizar un estudio hidrogeológico de la región Cazorla-Hellín-Yecla; de aprovechamiento integral de piritas con Kowaseico Co. Ltd., de Tokio, para ensayos a escala de planta piloto en Japón sobre tratamiento de cenizas de distintas calidades; de Seat con la firma de Turín Fabbriche Riunite Way Assauto, para la fabricación durante cinco años de montantes telescópicos para Seat 127; de Talleres Landaluce, de Torrelavega, con Oborove Reditelsvi Pinovari Sladovny, de Praga, para la fabricación durante diez años de aparatos y su procedimiento para cerveza joven. Igualmente ha aprobado la subrogación por Fiat Grandi Motori del contrato autorizado en 1971 con la firma catalana La Maquinista Terrestre y Marítima, fábrica de Motores Fiat Diesel de tipo ferroviario.

#### NUEVA EXPERIENCIA PARA EL LOGRO DE LA POTABILIDAD DEL AGUA MARINA

Diecisiete metros de altura alcanza en el recinto de las Krupp Maschinenfabriken, que se extienden en Bremen entre el Puerto Europeo, en el Weser, una nueva nave que ocupa una superficie de 490 metros cuadrados.

En ella va a iniciarse este año un experimento de gran alcance que permitirá, dada la escasez de agua en numerosas regiones del mundo obtener agua potable a partir del mar en cantidades tales que con una sola planta de desalinización se puede abastecer una ciudad de 250.000 habitantes. Instalaciones de este tipo no existen todavía en el mundo.

## Mercado de Minerales y Metales

### Cotizaciones en el Mercado Internacional en pesetas por unidad métrica

| Metales preciosos                         | Mercado | Unidad | Precio de julio y agosto |
|-------------------------------------------|---------|--------|--------------------------|
| <b>ORO</b>                                |         |        |                          |
| Metal: Bolsa de Londres                   | L       | g      | 197,23                   |
| Bolsa de Engelhard                        | N       | g      | 204,65-205,02            |
| <b>PLATA</b>                              |         |        |                          |
| Metal: Bolsa de Londres                   | L       | g      | 4,91                     |
| Bolsa de Nueva York                       | N       | g      | 4,85                     |
| PLATINO (dependiendo del tamaño del lote) | L       | g      | 301,78-317,64            |

Estos metales no tienen cotización como mineral. En el caso de existir alguna venta, se aplica una fórmula en la cual se paga el contenido en metal y los grados de fusión. No hay ninguna relación establecida internacionalmente.

| Metales férricos                                                                 | Mercado | Unidad   | Precio de julio y agosto |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|--------------------------|
| <b>HIERRO</b>                                                                    |         |          |                          |
| Menas del Lago Superior puestas en los puertos más bajos del lago.               |         |          |                          |
| Bessemer:                                                                        |         |          |                          |
| Mesabi 51,5 % Fe, máx, 0,045 P, máx, 8,9 % SiO <sub>2</sub> , máx, 5,9 % humedad | N       | t        | 673,55                   |
| Old range                                                                        | N       | t        | 687,51                   |
| Non-Bessemer:                                                                    |         |          |                          |
| Mesabi 51,5 %, máx, 0,180 % P, máx, 8,32 % SiO <sub>2</sub> , máx, 9,7 % humedad | N       | t        | 66,17                    |
| Old range                                                                        | N       | t        | 679,13                   |
| Gruesos para horno Siemens                                                       | N       | t        | 1.003,62                 |
| Sinterizados de taconita                                                         | N       | t        | 1.052,77                 |
| Nódulos de taconita                                                              | N       | t        | 740,01                   |
| Pellets de hierro natural                                                        | N       | t. u. Fe | 16,41                    |
| El mineral en trozos tiene un premium                                            | N       | t        | 44,68                    |
| Los finos tienen una penalización                                                | N       | t        | 25,13                    |
| <b>COBALTO</b>                                                                   |         |          |                          |
| Metal:                                                                           |         |          |                          |
| Bajo contrato con los consumidores                                               | L       | kg       | 390,62                   |
| Precio productor                                                                 | L       | kg       | 394,15                   |
| Granalla 99 % Co, lotes de menos de 50 kg en bidones                             | N       | kg       | 387,90                   |
| Lotes de 50-249 kg en bidones                                                    | N       | kg       | 381,64                   |
| Lotes mínimos de 250 kg                                                          | N       | kg       | 375,39                   |
| Polvo, 300-400 mesh, bidones de 50 kg                                            | N       | kg       | 489,25                   |
| Polvo, extra tipo, bidones de 125 kg                                             | N       | kg       | 581,85                   |



| Metales férricos                    | Mercado | Unidad | Precio de julio y agosto |
|-------------------------------------|---------|--------|--------------------------|
| Polvo, grado S en lotes de 10 t ... | N       | kg     | 375,39                   |
| Briquetas, lote de 10 t ...         | N       | kg     | 341,60                   |
| En mercado libre ...                | L       | kg     | 366,92-382,46            |

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 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. | 75,07  |
| Menas de 11 % de Co. ... | N | kg. Co. cont. | 87,59  |
| Menas de 12 % de Co ...  | N | kg. Co. cont. | 100,10 |

## CROMO

## Metal:

|                                                 |   |    |        |
|-------------------------------------------------|---|----|--------|
| En gránulos, min 99 % Cr, lotes de 5 a 10 t ... | L | kg | 145,52 |
| Aluminotérmico, 99,25 % Cr ...                  | N | kg | 172,67 |
| Electrolítico 99,8 % Cr ...                     | N | kg | 172,67 |
| Fundido al vacío ...                            | N | kg | 181,43 |

Se trata de mineral básicamente seco, sujeto a penalidades si no existen suficientes garantías; los términos de los contratos de compra (sujetos a negociaciones) son generalmente más bajos que la cotización en el mercado. En cada caso se tiene en cuenta la relación de cromo a hierro contenida en el mineral (ratio).

|                                                                                                                     |   |   |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------|
| Ruso fragmentos apelmazados, min 48 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ratio 3, 5:1 ...                             | L | t | 2.270-2.497 |
| Turco, fragmentos 48 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tomando como base el de ratio 3:1 ...                         | L | t | 1.816-2.100 |
| Turco, concentrado 48 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tomando como base el de ratio 3:1 ...                        | L | t | 1.702-1.986 |
| Ruso, 54/56 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ratio 4:1, tomando como base para su precio el de ratio 4:1 del 48 % | N | t | 2.554-2.639 |
| Turco, 48 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ratio 3:1 ...                                                          | N | t | 3.072-3.128 |
| Transvaal, 44 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , sin ratio ...                                                      | N | t | 1.340-1.508 |

## MANGANESO

## Metal:

|                                                    |   |    |               |
|----------------------------------------------------|---|----|---------------|
| Electrolítico, mín 99,9 % Mn, lotes de 1 a 5 t ... | L | t  | 48.860-51.821 |
| Regular, 99,9 % Mn, empaquetado ...                | N | kg | 42,75         |
| Deshidrogenado 99,9 % Mn, empaquetado ...          | N | kg | 42,75         |

## Menas y concentrados:

## Calidad metalúrgica:

|                               |   |               |             |
|-------------------------------|---|---------------|-------------|
| 48/50 Mn, máx 0,1 % P ...     | L | t. u. Mn cont | 33,43-36-15 |
| 48 % Mn (bajas impurezas) ... | N | t. u. Mn cont | 36.15-39,02 |
| 46 % Mn ...                   | N | t. u. Mn cont | 35136,15    |

## Calidad para baterías:

|                                                      |   |   |                   |
|------------------------------------------------------|---|---|-------------------|
| 70/85 % MnO <sub>2</sub> , en gránulos ...           | L | t | 3.787,37-4.225,63 |
| 70/75 % MnO <sub>2</sub> , en terrones mezclados ... | L | t | 5.829,64-6.556,29 |

| Metales férricos | Mercado | Unidad | Precio de julio y agosto |
|------------------|---------|--------|--------------------------|
|------------------|---------|--------|--------------------------|

## MOLIBDENO

## Metal:

|                                             |   |    |               |
|---------------------------------------------|---|----|---------------|
| Polvo ...                                   | L | kg | 520,36-541,51 |
| Polvo de reducción hidrógena 99,95 % Mo ... | N | kg | 500,52        |

## Menas y concentrados:

|                                                                                                                                                  |       |               |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|---------------|
| Climax (mineral de la American Metal Climax inc) mínimo 85 % MoS <sub>2</sub> (durante 1972 vendieron mineral de 95 % MoS <sub>2</sub> cont) ... | L y N | kg. Mo. cont. | 214,55        |
| Concentrado de otros orígenes ...                                                                                                                | L     | kg. Mo. cont. | 200,20-208,96 |
| Obtenido como subproducto o coproducto en función del grado ...                                                                                  | N     | kg. Mo. cont. | 182,68-210,21 |

## NIQUEL

## Metal:

|                                           |   |              |               |
|-------------------------------------------|---|--------------|---------------|
| Refinado, en lotes mínimos de 4 t ...     | L | t            | 186.710       |
| "F" granalla, en lotes mínimos de 5 t ... | L | t            | 177.685       |
| Sintetizado 75 (óxido de níquel) ...      | L | t. Ni. cont. | 171.480       |
| Sintetizado 90 (óxido de níquel) ...      | L | t. Ni. cont. | 175.147       |
| Cátodos 99,9 % Ni ...                     | N | kg           | 191,44        |
| Sintetizado 75 (óxido de níquel) ...      | N | kg           | 171,42        |
| Sintetizado 90 (óxido de níquel) ...      | N | kg           | 175,18        |
| Refinado, en el mercado libre ...         | L | kg           | 187,69-195,20 |

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.

## VANADIO:

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. | 210,21-222,73 |
| Óxido, fundido mín 98 % V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...     | N | kg. V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> cont. | 187,69        |
| Grado técnico, secado por aire ...                            | N | kg. V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> cont. | 276,53        |
| Pentóxido, por medio de agente (exportación USA).             | N | kg. V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> cont. | 187,69        |

## VOLFRAMIO

## Metal:

|                                                 |   |              |               |
|-------------------------------------------------|---|--------------|---------------|
| Polvo 98/99 % W ...                             | L | kg. W. cont. | 537,28        |
| Reducción al carbón 98,8 % W, lotes de 1000 lb. | N | kg           | 563,08        |
| Reducción hidrogénica 99,99 % W ...             | N | kg           | 621,89-843,37 |

## Menas y concentrados:

|                                                                            |   |                       |             |
|----------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------|-------------|
| Menas indiferenciadas, calidad normalizada mínimo 65 % WO <sub>3</sub> ... | L | t. u. WO <sub>3</sub> | 2.433-2.534 |
| Wolframita: comprador ...                                                  | L | t. u. WO <sub>3</sub> | 2.383       |
| vendedor ...                                                               | L | t. u. WO <sub>3</sub> | 2.355       |
| Scheelita I: comprador ...                                                 | L | t. u. WO <sub>3</sub> | 2.454       |
| vendedor ...                                                               | L | t. u. WO <sub>3</sub> | 2.510       |
| Scheelita II: comprador ...                                                | L | t. u. WO <sub>3</sub> | 2.595       |
| vendedor ...                                                               | L | t. u. WO <sub>3</sub> | 2.665       |

## Ferroaleaciones:

|                                                |   |              |               |
|------------------------------------------------|---|--------------|---------------|
| Ferro-volframio 80/85 % W ...                  | L | kg. W. cont. | 363,83-372,29 |
| Carburo de volframio en polvo, micronizado ... | L | kg           | 676,89-705,10 |

| Metales no férricos                                                                                                                  | Mercado | Unidad | Precio de julio y agosto |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|--------------------------|
| <b>ALUMINIO</b>                                                                                                                      |         |        |                          |
| <b>Metal:</b>                                                                                                                        |         |        |                          |
| Lingotes vírgenes, superpureza, mín 99,99 % Al, en lingotes de 22 lb                                                                 | L       | t      | 60.639                   |
| Lingotes vírgenes, mín 99,5 % Al                                                                                                     | N       | kg     | 31,28                    |
| <b>Mercado internacional:</b>                                                                                                        |         |        |                          |
| Mín 99,6 % Al                                                                                                                        | L       | t      | 40.896-41.601            |
| Mín 99,7 % Al                                                                                                                        | L       | t      | 41.953-42.659            |
| <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      | 9.343                    |
| Alumina calcinada, con contenido medio en sosa, en lotes de 50 t                                                                     | L       | t      | 25.498                   |
| Bauxita, grado abrasivo, mín 86 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , a granel                                                          | L       | t      | 6.312                    |
| Bauxita, grado refractario, mín 86 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , a granel                                                       | L       | t      | 8.054                    |
| <b>CINC</b>                                                                                                                          |         |        |                          |
| <b>Metal:</b>                                                                                                                        |         |        |                          |
| Lingotes, tipo LME normalizado, mín 98 % Zn                                                                                          | L       | t      | 35.676                   |
| Calidad "GOB" base del productor, 98/98, 5 % Zn                                                                                      | L       | t      | 31.024                   |
| Lingotes de cinc electrolítico, mín 99,95 % Zn (con un premio 4,42 £/t)                                                              | L       | t      | 36.019                   |
| Lingotes de cinc fino, mín 99,99 % Zn (con premio 7,87 £/t)                                                                          | L       | t      | 36.788                   |
| Calidad "Prime Western" mín 98 % Zn                                                                                                  | N       | kg     | 25,40                    |
| Lingotes de alto grado (HG), mín 99,9 % Zn (con un premio 0,85 c/lb)                                                                 | N       | kg     | 26,40                    |
| Lingotes especiales de alto grado (SHG), mínimo 99,99 % Zn (con un premio 1 c/lb)                                                    | N       | kg     | 26,65                    |
| <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 productor.</b> |         |        |                          |
| Sulfuro del 52 % Zn                                                                                                                  | L       | t      | 8.958                    |
| Sulfuro del 55 % Zn                                                                                                                  | L       | t      | 10.592                   |
| <b>COBRE</b>                                                                                                                         |         |        |                          |
| <b>Metal:</b>                                                                                                                        |         |        |                          |
| Bobinas (L M E)                                                                                                                      | L       | t      | 111.406-111.547          |
| Cátodos (L M E)                                                                                                                      | L       | t      | 106.611-106.893          |
| <b>Menas y concentrados:</b>                                                                                                         |         |        |                          |
| <b>Los minerales de cobre se compran según una fórmula internacional.</b>                                                            |         |        |                          |
| Menas del 15 % Cu                                                                                                                    | L       | t      | 12.682                   |
| Menas del 20 % Cu                                                                                                                    | L       | t      | 18.017                   |
| Menas del 25 % Cu                                                                                                                    | L       | t      | 23.353                   |

| Metales no férricos                                                                                                                                                                                                     | Mercado | Unidad    | Precio de julio y agosto |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------------------|
| <b>ESTAÑO</b>                                                                                                                                                                                                           |         |           |                          |
| <b>Metal:</b>                                                                                                                                                                                                           |         |           |                          |
| Lingotes tipo normalizado, mín 99,75 % Sn (L. M. E.)                                                                                                                                                                    | L       | t         | 284.155                  |
| Calidad A, mín 99,8 % Sn                                                                                                                                                                                                | N       | kg        | 304,06                   |
| <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         | 42.729                   |
| Menas de estaño del 30 % Sn                                                                                                                                                                                             | L       | t         | 71.850                   |
| Menas de estaño del 40 % Sn                                                                                                                                                                                             | L       | t         | 101.218                  |
| Menas de estaño del 65 % Sn                                                                                                                                                                                             | L       | t         | 174.667                  |
| Menas de estaño del 70 % Sn                                                                                                                                                                                             | L       | t         | 192.142                  |
| Menas de estaño del 75 % Sn                                                                                                                                                                                             | L       | t         | 206.749                  |
| <b>PLOMO</b>                                                                                                                                                                                                            |         |           |                          |
| <b>Metal:</b>                                                                                                                                                                                                           |         |           |                          |
| Lingotes, tipo LME normalizados, mín 99,97 % Pb.                                                                                                                                                                        | L       | t         | 24.819                   |
| <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         | 10.743                   |
| Concentrados de 80 % Pb                                                                                                                                                                                                 | L       | t         | 13.386                   |
| <b>Metales secundarios</b>                                                                                                                                                                                              |         |           |                          |
| <b>Mercado</b>                                                                                                                                                                                                          |         |           |                          |
| <b>Unidad</b>                                                                                                                                                                                                           |         |           |                          |
| <b>Precio de julio y agosto</b>                                                                                                                                                                                         |         |           |                          |
| <b>ANTIMONIO</b>                                                                                                                                                                                                        |         |           |                          |
| <b>Metal:</b>                                                                                                                                                                                                           |         |           |                          |
| Regulus inglés, 99,5 % Sb, lotes 5 t                                                                                                                                                                                    | L       | t         | 95.894                   |
| Regulus inglés, 99,6 % Sb, lotes 5 t                                                                                                                                                                                    | L       | t         | 99.419                   |
| Importado 99,6 % Sb                                                                                                                                                                                                     | L       | t         | 112.119-115.636          |
| Calidad RMM, mín 99,5 % Sb                                                                                                                                                                                              | N       | kg        | 37,45                    |
| Calidad Lone Star, mín 99,8 % Sb                                                                                                                                                                                        | N       | kg        | 45,4                     |
| Importado mín 99,5/99,6 % Sb, lotes 5 t                                                                                                                                                                                 | N       | kg        | 44,26                    |
| <b>Menas y concentrados:</b>                                                                                                                                                                                            |         |           |                          |
| Fragmentos sulfurosos mín 50/55 % Sb                                                                                                                                                                                    | L       | t. u. Sb. | 794,5-851,25             |
| Fragmentos sulfurosos mín 60 % Sb                                                                                                                                                                                       | L       | t. u. Sb. | 851,25-908               |
| Crudo, mín 70 % Sb en fragmentos                                                                                                                                                                                        | L       | t         | 94.624                   |
| Crudo, mín 70 % Sb en polvo negro                                                                                                                                                                                       | L       | t         | 101.675                  |
| <b>BERILIO</b>                                                                                                                                                                                                          |         |           |                          |
| <b>Metal:</b>                                                                                                                                                                                                           |         |           |                          |
| Polvo 98 % Be, dependiendo de tamaño de los lotes. Aleaciones de aprox. 4 % Be y resto de Cu, en lingotes de 5 lb y en lotes 336 lb, se añade el Cu al precio de cotización de ese día                                  | N       | kg        | 6.757-8.259              |
| <b>Menas y concentrados:</b>                                                                                                                                                                                            |         |           |                          |
| En fragmentos escogidos a mano, mín 10 % BeO.                                                                                                                                                                           | L       | t. u. BeO | 1.752-1.939              |
| Importado, 10/12 % BeO (n)                                                                                                                                                                                              | N       | t. u. BeO | 1.877-2.190              |



| Metales secundarios                                                                                                                                                                        | Mercado | Unidad                  | Precio de julio y agosto |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|--------------------------|
| <b>BISMUTO</b>                                                                                                                                                                             |         |                         |                          |
| Metal:                                                                                                                                                                                     |         |                         |                          |
| Mercado internacional, en lotes de tonelada ... ..                                                                                                                                         | L y N   | kg                      | 650,67-663,18            |
| Menas y concentrados:                                                                                                                                                                      |         |                         |                          |
| Oxido, mín 60 % Bi ... ..                                                                                                                                                                  | L       | kg. Bi. cont.           | (n)                      |
| <b>CADMIO</b>                                                                                                                                                                              |         |                         |                          |
| Metal:                                                                                                                                                                                     |         |                         |                          |
| Del mercado libre en lingotes y barras ... ..                                                                                                                                              | L       | kg                      | 195,20-201,45            |
| Barras mín 99,95 % Cd., en lotes de tonelada ... ..                                                                                                                                        | N       | kg                      | 469,23                   |
| Lingotes en el mercado libre ... ..                                                                                                                                                        | L       | kg                      | 437,95-445,46            |
| Barras en el mercado libre ... ..                                                                                                                                                          | L       | kg                      | 437,95-446,71            |
| Menas y concentrados:                                                                                                                                                                      |         |                         |                          |
| Las menas de este metal no son cotizadas en el mercado, ya que el 80 % del cadmio producido se obtiene de la fundición de los minerales de cinc y el resto de otras metalurgias similares. |         |                         |                          |
| <b>CIRCONIO</b>                                                                                                                                                                            |         |                         |                          |
| Metal:                                                                                                                                                                                     |         |                         |                          |
| Esponja, polvo o placas:                                                                                                                                                                   |         |                         |                          |
| Bajo contenido Hf ... ..                                                                                                                                                                   | N       | kg                      | 875,91-1.752             |
| Grado comercial ... ..                                                                                                                                                                     | N       | kg                      | 625,65-1.251             |
| Menas y concentrados (Zircon):                                                                                                                                                             |         |                         |                          |
| Arenas:                                                                                                                                                                                    |         |                         |                          |
| Importación en el mercado europeo:                                                                                                                                                         |         |                         |                          |
| Calidad normalizada, mín 66/67 % ZrO <sub>2</sub> ... ..                                                                                                                                   | L       | t                       | 5.923-6.205              |
| Calidad con premio, máx 0,1 % TiO <sub>2</sub> ... ..                                                                                                                                      | L       | t                       | 6.487-6.769              |
| <b>LITIO</b>                                                                                                                                                                               |         |                         |                          |
| Metal:                                                                                                                                                                                     |         |                         |                          |
| Lingotes mín 99,9 % Li en lotes de 1000 lb ... ..                                                                                                                                          | N       | kg                      | 1.024-1.055              |
| Menas y concentrados:                                                                                                                                                                      |         |                         |                          |
| Ambligonita 6/8 % Li <sub>2</sub> O, en base al 8 % ... ..                                                                                                                                 | L       | t. u. Li <sub>2</sub> O | 936-1.075                |
| Lepidolita 3/3,5 % Li <sub>2</sub> O, en base al 3 % ... ..                                                                                                                                | L       | t. u. Li <sub>2</sub> O | 972-1.005                |
| Petalita 3,5/4,5 % Li <sub>2</sub> O, en base al 3 % ... ..                                                                                                                                | L       | t. u. Li <sub>2</sub> O | 635-776                  |
| Espodomena 4/7 % Li <sub>2</sub> O, en base al 6 % ... ..                                                                                                                                  | L       | t. u. Li <sub>2</sub> O | 798-833                  |
| <b>MAGNESIO</b>                                                                                                                                                                            |         |                         |                          |
| Metal:                                                                                                                                                                                     |         |                         |                          |
| Lingotes de calidad electrolítica, mín 99,8 % Mg en lotes mínimos de 10 t ... ..                                                                                                           | L       | t                       | 58.735                   |
| Lingotes mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 10 t. Barras fundidas con entalladuras, en lotes de 1/2 a 1 t ... ..                                                                          | L       | t                       | 69.100                   |
| Polvo de "Grado 4" mín 99,95 % Mg en lotes mínimos de 1 t ... ..                                                                                                                           | L       | t                       | 112.534                  |
| Limaduras, en lotes mínimos de 1 t ... ..                                                                                                                                                  | L       | t                       | 78.830                   |
| Lingotes mín 99,8 % Mg ... ..                                                                                                                                                              | L       | t                       | 60.357-61.767            |

| Metales secundarios                                                                                                                                                       | Mercado | Unidad                                                               | Precio de julio y agosto |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Lingotes en bruto, mín 99,8 % Mg, en lotes de 10.000 lb ... ..                                                                                                            |         |                                                                      |                          |
|                                                                                                                                                                           | N       | kg                                                                   | 35,66                    |
| Lingotes fundidos con entalladuras, en lotes de 10.000 lb ... ..                                                                                                          |         |                                                                      |                          |
|                                                                                                                                                                           | N       | kg                                                                   | 48,80                    |
| Menas y concentrados:                                                                                                                                                     |         |                                                                      |                          |
| Este metal se recupera a partir de una serie de rocas que en su composición química contienen un alto grado de Mg, tales como la brucita, dolomita, magnesita, y olivino. |         |                                                                      |                          |
| <b>MERCURIO</b>                                                                                                                                                           |         |                                                                      |                          |
| Metal:                                                                                                                                                                    |         |                                                                      |                          |
| Mercado europeo, en frascos de 76 lb ... ..                                                                                                                               | L       | f                                                                    | 15.039-15.493            |
| Mercado americano, en frascos de 76 lb ... ..                                                                                                                             | N       | f                                                                    | 16.599-16.798            |
| Menas y concentrados:                                                                                                                                                     |         |                                                                      |                          |
| 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 % Nb, dependiendo del tamaño de los lotes:                                                                                                  |         |                                                                      |                          |
| Polvo y perdigones ... ..                                                                                                                                                 | N       | kg                                                                   | 1.376-2.753              |
| Lingotes rugosos ... ..                                                                                                                                                   | N       | kg                                                                   | 2.002-3.379              |
| Menas y concentrados:                                                                                                                                                     |         |                                                                      |                          |
| Columbita mín 65 % Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , de ratio Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 10/1 ... .. | L       | t. u. Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 1.596-1.735              |
| Pirocloro mín 50 % Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ... ..                                                                                                                  | N y L   | kg. Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> cont.                             | 177,68-182,68            |
| Columbita 65 % Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , de ratio Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 10/1 (n) ... .. | N       | kg                                                                   | 156,41-168,92            |
| <b>TANTALO</b>                                                                                                                                                            |         |                                                                      |                          |
| Metal:                                                                                                                                                                    |         |                                                                      |                          |
| Polvo 99,5/99,8 % Ta dependiendo del tamaño de los lotes ... ..                                                                                                           | N       | kg                                                                   | 3.566-4.817              |
| Láminas dependiendo de la pureza ... ..                                                                                                                                   | N       | kg                                                                   | 4.505-7.508              |
| Varillas dependiendo de la pureza ... ..                                                                                                                                  | N       | kg                                                                   | 4.505-6.256              |
| Menas y concentrados:                                                                                                                                                     |         |                                                                      |                          |
| Tantalita:                                                                                                                                                                |         |                                                                      |                          |
| Mín 60 % Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ... ..                                                                                                                            | L       | kg. Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> cont.                             | 875,91-1.001             |
| Mín 25/40 % tomando como base 30 % Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ... ..                                                                                                  | L       | kg. Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> cont.                             | 750,78-875,91            |
| Columbita: ver mineral de COLUMBIO.                                                                                                                                       |         |                                                                      |                          |
| <b>TITANIO</b>                                                                                                                                                            |         |                                                                      |                          |
| Metal:                                                                                                                                                                    |         |                                                                      |                          |
| Esponja inglesa, mín 99,3 % Ti. máx 120 Brinell ... ..                                                                                                                    | L       | kg                                                                   | 163,24                   |
| Tochos de 4"18" de diámetro en lotes de 2.000 kg ... ..                                                                                                                   | L       | kg                                                                   | 361,01-510,49            |
| Esponjas USA, mín 99,3 % Ti, máx 115 Brinell en lotes de 500 lb ... ..                                                                                                    | N       | kg                                                                   | 177,68-181,43            |
| Esponjas japonesas, mín 99,3 % Ti, en lotes de 500 lb ... ..                                                                                                              | N       | kg                                                                   | 167,67-171,42            |

| Metales secundarios                                                            | Mercado | Unidad | Precio de julio y agosto |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|--------------------------|
| <b>Menas y concentrados:</b>                                                   |         |        |                          |
| Rutilo 95/97 % TiO <sub>2</sub> , empaquetado                                  | L       | t      | 12.128-12.692            |
| Ilmenita de Malasia, 52/54 % TiO <sub>2</sub>                                  | L       | t      | 1.319-1.596              |
| Rutilo mín 96 % TiO <sub>2</sub> , para comercio interior, 12 % máximo humedad | N       | t      | 12.043                   |
| Ilmenita mín 54 % TiO <sub>2</sub>                                             | N       | t      | 1.229-1.340              |
| Escorias canadienses mín 70 % TiO <sub>2</sub>                                 | N       | t      | 2.792                    |

| Metales menores o escasos (Minor Metals)             | Mercado | Unidad | Precio de julio y agosto |
|------------------------------------------------------|---------|--------|--------------------------|
| <b>ARSENICO</b>                                      |         |        |                          |
| <b>Metal:</b>                                        |         |        |                          |
| Fragmentos negros, mín 99 % As, en lotes de tonelada | L       | t      | 112.816-141.020          |

**Menas y concentrados.**

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

**CESIO**

|                              |   |    |               |
|------------------------------|---|----|---------------|
| <b>Metal:</b>                |   |    |               |
| Mín 99,5 %: lotes de 1.277 g | N | g  | 79,45-204,30  |
| lotes de 1-9 lb              | N | kg | 31.282-34.411 |
| lotes de 10-99 lb            | N | kg | 25.026-28.154 |
| lotes de 100-999 lb          | N | kg | 18.769-21.898 |
| lotes de 1.000 o más lb      | N | kg | 12.513        |
| Mín 99,9 %: lotes de 1-277 g | N | g  | 102,15-227    |
| lotes de 1-9 lb              | N | kg | 37.539-40.667 |
| lotes de 10-99 lb            | N | kg | 31.282-34.411 |
| lotes de 100-999 lb          | N | kg | 24.775-27.529 |
| lotes de 1.000 o más lb      | N | kg | 15.641        |

**Menas y concentrados:**

|                                     |   |                         |        |
|-------------------------------------|---|-------------------------|--------|
| Polucita mín 24 % Cs <sub>2</sub> O | L | t. u. Cs <sub>2</sub> O | 672,66 |
|-------------------------------------|---|-------------------------|--------|

**GALIO**

|                                  |   |   |       |
|----------------------------------|---|---|-------|
| <b>Metal:</b>                    |   |   |       |
| Mín 99,99 %: lotes hasta 999 g   | N | g | 79,45 |
| lotes de 1-4,999 kg              | N | g | 68,10 |
| lotes de 5-24,999 kg             | N | g | 62,42 |
| lotes de más de 25 kg            | N | g | 53,91 |
| Mín 99,999 %: lotes hasta 999 g  | N | g | 85,12 |
| lotes de 1-4,999 kg              | N | g | 73,77 |
| lotes de 5-24,999 kg             | N | g | 65,26 |
| lotes de más de 25 kg            | N | g | 65,56 |
| Mín 99,9999 %: lotes hasta 999 g | N | g | 96,47 |
| lotes de 1-4,999 kg              | N | g | 85,12 |
| lotes de 5-24,999 kg             | N | g | 76,61 |
| lotes de más de 25 kg            | N | g | 68,10 |
| Mín 99,999 %: lotes de 5-10 kg   | N | g | 76,61 |

**Menas y concentrados.**

Las menas de esta sustancia no se cotizan en el mercado internacional, ya que todo el galio que se produce en el mundo, se obtiene como subproducto en los procesos de tratamiento de la bauxita y las menas de cinc.

| Metales menores o escasos (Minor Metals)  | Mercado | Unidad | Precio de julio y agosto |
|-------------------------------------------|---------|--------|--------------------------|
| <b>GERMANIO</b>                           |         |        |                          |
| <b>Metal:</b>                             |         |        |                          |
| Calidad refinada 30 ohm/cm conductividad: |         |        |                          |
| En el mercado europeo                     | L       | kg     | 12.298                   |
| En el mercado americano                   | N       | kg     | 16.628                   |
| <b>Menas y concentrados.</b>              |         |        |                          |

El germanio metal se recupera generalmente en la fundición de las menas de plomo y cinc.

**HAFMIO**

|                              |   |    |        |
|------------------------------|---|----|--------|
| <b>Metal:</b>                |   |    |        |
| Esponja                      | N | kg | 9.072  |
| En barras y placas laminadas | N | kg | 15.016 |

**Menas y concentrados.**

Las menas de hafmio no se comercializan, ya que todo el metal que se produce se obtiene separándolo del circonio después de la metalurgia de éste

**INDIO**

|                                                                       |   |   |      |
|-----------------------------------------------------------------------|---|---|------|
| <b>Metal:</b>                                                         |   |   |      |
| En barras, mín 99,97 % de pureza, en lotes de 100 troy on             | L | g | 3,85 |
| En lingotes mín 99,97 % de pureza, en lotes mínimos de 10.000 troy on | N | g | 3,18 |

**Menas y concentrados.**

El Indio metal se recupera generalmente en la fundición de minerales de cinc.

**RENIO**

|                      |   |   |        |
|----------------------|---|---|--------|
| <b>Metal:</b>        |   |   |        |
| Polvo mín 99,99 % Re | L | g | 104,19 |

**Menas y concentrados.**

La producción mundial de renio se consigue como un subproducto recobrado a partir de las menas de molibdeno y de los porfidos cupríferos, obteniéndose el polvo metal en la metalurgia de los productos primarios.

**RUBIDIO**

|                              |   |    |               |
|------------------------------|---|----|---------------|
| <b>Metal:</b>                |   |    |               |
| Mín 99,5 %: lotes de 1-277 g | N | g  | 79,45-204,30  |
| lotes de 1-9 lb              | N | kg | 34.411-37.539 |
| lotes de 10-99 lb            | N | kg | 25.026-31.282 |
| lotes de 100-999 lb          | N | kg | 18.769-21.898 |
| lotes de 1.000 o más lb      | N | kg | 12.513        |
| Mín 99,8 %: lotes de 1-277 g | N | g  | 102,15-227    |
| lotes de 1-9 lb              | N | kg | 40.667-46.924 |
| lotes de 10-99 lb            | N | kg | 31.282-39.416 |
| lotes de 100-999 lb          | N | kg | 24.775-27.528 |
| lotes de 1.000 o más lb      | N | kg | 15.641        |

**Menas y concentrados.**

El rubidio producido se obtiene de la metalurgia del cesio y otras menas, por esta razón no se cotizan sus menas en el mercado.

**SELENIO Y TELURO**

|                                              |   |    |             |
|----------------------------------------------|---|----|-------------|
| <b>Metal. Selenio:</b>                       |   |    |             |
| Polvo grado comercial mín 99/99,5 % Se       | N | kg | 1.126-1.251 |
| De alta pureza, mín 99,9 % Se                | N | kg | 1.564       |
| Canadiense mín 99,5 % Se, en lotes 100 de lb | L | kg | 1.251       |
| Otras procedencias                           | L | kg | 1.201-1.226 |





| Metales menores o escasos (Minor Metals) | Mercado | Unidad | Precio de julio y agosto |
|------------------------------------------|---------|--------|--------------------------|
| <b>Metal. Teluro:</b>                    |         |        |                          |
| Fragmentos y polvo mín 99/99,5 % Te      | L       | kg     | 777,37                   |
| Barras mín 99,5 % Te                     | L       | kg     | 777,37                   |
| Polvo, en lotes de 100 lb                | N       | kg     | 750,78                   |
| Placas, en lotes de 150 lb               | N       | kg     | 750,78                   |

**Menas y concentrados.**

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.

**TALIO**

|                         |   |    |        |
|-------------------------|---|----|--------|
| Metal en lotes de 25 lb | N | kg | 938,47 |
|-------------------------|---|----|--------|

**Menas y concentrados.**

Las menas de este metal no se cotizan en el mercado, ya que todo el talio que se produce se obtiene en la mineralurgia de otras menas.

**NOMENCLATURA**

**CALIDAD**  
(n): Nominal, indica que al ser insuficiente en negocio, no sirve como base para una cuantificación real.  
GIRM: Agrupación de importadores de metales.  
(\*): Solamente se cotizan una vez al año.

**MERCADO**  
L: Londres, base del mercado europeo.  
N: Nueva York, base del mercado americano.  
A: Australia.  
B: Bélgica.  
C: Canadá.  
F: Francia.  
G: Alemania del Oeste.  
I: Italia.  
J: Japón.  
SA: Sudáfrica.

**UNIDAD**  
Troy on: onza troy=0,3110 g.  
lb: libra=0,4535 kg.  
t: tonelada métrica.

**NOMENCLATURA (2)**  
st: tonelada corta=0,907 t.  
lt: tonelada larga=1,016 t.  
f: frasco=76 lb.  
picul.: picul=133,5 lb.  
tu "x": unidad de "x" contenido en una tonelada.  
stu "x": unidad de "x" contenido en una tonelada corta.  
ltu "x": unidad de "x" contenido en una tonelada larga.  
lb "x" cont.: libro de "x" contenido.  
kg "x" cont.: kg de "x" contenido.  
t "x" cont.: tonelada de "x" contenido.

**PRECIO**  
(n): nominal, indica el nivel de precio probable, sin confirmación.  
n. a.: precio no disponible.

£: Libra Esterlina.  
\$: Dólar USA.  
\$A: Dólar Australiano.  
\$C: Dólar Canadiense.  
\$M: Dólar Malayo.  
DM: Marco Alemán.

**NOMENCLATURA (3)**  
F: Franco Francés.  
FB: Franco Belga.  
I: Lira Italiana.  
Rand: Rand Sudafricano.  
Yen: Yen Japonés.

**FORMA DE ENTREGA**  
FOB: Franco a bordo, el vendedor asume todos los riesgos hasta que queda puesta la mercancía a bordo. Cuando aparece el nombre del puerto, el vendedor asume toda la responsabilidad hasta la puesta a bordo en ese puerto, caso de que el comprador quisiera la mercancía en otro puerto, es éste el que corre con los gastos.  
FAS: Franco en el muelle de embarque.  
FOT: Franco sobre camión.  
CIF: El vendedor asume los gastos de la fórmula FOB más los gastos de seguro y flete hasta el puerto de destino.  
CIF-E: CIF en puerto Europeo.  
CIF-USA: CIF en puerto USA.  
CIF-X: CIF en el lugar X.  
D: Franco en el domicilio del comprador.  
D-X: D en el lugar X, caso de que el comprador quisiera la mercancía en otro lugar correría con los gastos de traslado.

**NOMENCLATURA (4)**  
e-w: ex warehouse=puesto en fábrica o almacén.  
p. e: libre de gastos hasta el punto de entrada en el país.  
f: fábrica.  
r: refinería.  
(e): aranceles de aduanas adicionales.  
(i): incluidos los aranceles de aduanas.

## Información legislativa

### PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

| "B. O. E." NUMERO | PAGINA | FECHA     | MINISTERIO | A S U N T O                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|--------|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 159               | 13551  | 4-VII-73  | Ind.       | Queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, dentro del perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Ciudad Real, Córdoba y Badajoz. |
| 162               | 13840  | 7-VII-73  | Ind.       | Se hace público el otorgamiento del permiso de investigación citado.                                                                                                                                                                                                                          |
| 163               | 13946  | 9-VII-73  | Ind.       | Se otorga a "Copares Española, S. A.", un permiso de investigación de hidrocarburos en zona I (Península).                                                                                                                                                                                    |
| 163               | 13947  | 9-VII-73  | Ind.       | Se aprueba el contrato entre COPISA y el INI para la realización de trabajos de investigación en tres permisos de zona I (Península) y cesión de participación al INI en dichos permisos.                                                                                                     |
| 163               | 13947  | 9-VII-73  | Ind.       | Se otorga a la "Sociedad Investigadora Petrolífera, S. A." (SIPSA), cuatro permisos de investigación de hidrocarburos y se deniega uno, situados en la zona I.                                                                                                                                |
| 163               | 13948  | 9-VII-73  | Ind.       | Se adjudican dos permisos de investigación de hidrocarburos "Torrevieja Marino B y C" en la zona I (Península).                                                                                                                                                                               |
| 163               | 13948  | 9-VII-73  | Ind.       | Se resuelven los expedientes de solicitudes en competencia para la adjudicación de varios permisos de investigación de hidrocarburos sobre áreas marinas zona I, en la provincia de Cádiz.                                                                                                    |
| 163               | 13951  | 9-VII-73  | Ind.       | CANCELACION de permisos de investigación citados, de la Delegación Provincial de Pontevedra.                                                                                                                                                                                                  |
| 165               | 14144  | 11-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, de la Dirección General de Minas.                                                                                                                                                                                                          |
| 165               | 14146  | 11-VII-73 | Ind.       | CADUCIDAD de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Cáceres.                                                                                                                                                                                                             |
| 167               | 14342  | 13-VII-73 | Ind.       | CADUCIDAD de concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Huesca.                                                                                                                                                                                                      |
| 167               | 14342  | 13-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Huelva.                                                                                                                                                                                                           |
| 167               | 14343  | 13-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Lugo.                                                                                                                                                                                                             |
| 168               | 14443  | 14-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de la concesión de explotación minera citada, Delegación Provincial de Granada.                                                                                                                                                                                                  |
| 168               | 14443  | 14-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de León.                                                                                                                                                                                                     |

| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA     | MINISTERIO | A S U N T O                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|--------|-----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 168                  | 14443  | 14-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Madrid.                                                                                                                                                                      |
| 168                  | 14444  | 14-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera citada, Delegación Provincial de Segovia.                                                                                                                                                                        |
| 169                  | 14532  | 16-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Cáceres.                                                                                                                                                                     |
| 170                  | 14610  | 17-VII-73 | Ind.       | CANCELACION de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Pontevedra.                                                                                                                                                                           |
| 171                  | 14693  | 18-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Madrid.                                                                                                                                                                              |
| 172                  | 14732  | 19-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Jaén.                                                                                                                                                                                |
| 172                  | 14732  | 19-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de León.                                                                                                                                                                                |
| 172                  | 14732  | 19-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Lugo.                                                                                                                                                                                |
| 172                  | 14732  | 19-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Salamanca.                                                                                                                                                                           |
| 173                  | 14820  | 20-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Zaragoza.                                                                                                                                                                            |
| 177                  | 15161  | 25-VII-73 | Ind.       | Se adjudica a la Empresa Nacional "Minas de Almagrera, S. A.", la explotación de los minerales de plomo y espatoflúor existentes en la reserva definitiva a favor del Estado "Laujar II", comprendida en la zona de "Sierra de Gádor", provincia de Almería.     |
| 177                  | 15166  | 25-VII-73 | Ind.       | CADUCIDAD de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Gerona.                                                                                                                                                                                   |
| 177                  | 15166  | 25-VII-73 | Ind.       | CANCELACION y caducidad de permisos de investigación, Delegación Provincial de Gerona.                                                                                                                                                                           |
| 177                  | 15167  | 25-VII-73 | Ind.       | CANCELACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de Granada.                                                                                                                                                                                       |
| 178                  | 15212  | 26-VII-73 | Ind.       | CADUCIDAD de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Teruel.                                                                                                                                                                                   |
| 178                  | 15212  | 26-VII-73 | Ind.       | CANCELACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de Córdoba.                                                                                                                                                                                       |
| 179                  | 15293  | 27-VII-73 | Ind.       | Se adjudica a la Empresa Nacional "Minas de Almagrera, S. A.", la explotación de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en un área denominada "Ampliación a Sotiel", comprendida en el bloque "S" de la reserva definitiva "Zona de Huelva". |
| 179                  | 15294  | 27-VII-73 | Ind.       | Se publica la titulación de las concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Ciudad Real.                                                                                                                                                 |
| 181                  | 15463  | 30-VII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Badajoz.                                                                                                                                                                                     |

| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA      | MINISTERIO | A S U N T O                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------|--------|------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 181                  | 15463  | 30-VII-73  | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Cuenca.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 182                  | 15583  | 31-VII-73  | Ind.       | CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Segovia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 182                  | 15581  | 31-VII-73  | Ind.       | CANCELACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de Córdoba.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 182                  | 15581  | 31-VII-73  | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Granada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 182                  | 15582  | 31-VII-73  | Ind.       | CADUCIDAD de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Madrid.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 183                  | 15668  | 1-VIII-73  | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Teruel.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 183                  | 15666  | 1-VIII-73  | Ind.       | CANCELACION de permisos de investigación, Delegación Provincial de Badajoz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 183                  | 15667  | 1-VIII-73  | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Cáceres.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 183                  | 15667  | 1-VIII-73  | Ind.       | CADUCIDAD de permisos de investigación, Delegación Provincial de Lugo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 183                  | 15668  | 1-VIII-73  | Ind.       | CANCELACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de Segovia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 195                  | 16653  | 15-VIII-73 | Ind.       | CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Granada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 195                  | 16654  | 15-VIII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Zaragoza.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 195                  | 16652  | 15-VIII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Avila.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 195                  | 16652  | 15-VIII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Badajoz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 195                  | 16653  | 15-VIII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permiso de investigación, Delegación Provincial de Baleares.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 195                  | 16653  | 15-VIII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Cáceres.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 195                  | 16653  | 15-VIII-73 | Ind.       | CADUCIDAD de permisos de investigación, Delegación Provincial de Granada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 195                  | 16653  | 15-VIII-73 | Ind.       | CADUCIDAD de permisos de investigación, Delegación Provincial de Málaga.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 195                  | 16653  | 15-VIII-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Salamanca.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 195                  | 16652  | 15-VIII-73 | Ind.       | ORDEN por la que se dispone el levantamiento de suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos fluidos y declaración de caducidad del expediente en tramitación promovido respecto a la zona denominada "Subsector II, Área I" (Zamora). |



| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA      | MINISTERIO | A S U N T O                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|--------|------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 199                  | 16874  | 20-VIII-73 | Ind.       | CANCELACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de Zaragoza.                                                                                                                                                                                                                      |
| 221                  | 18000  | 14-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Granada.                                                                                                                                                                                                               |
| 221                  | 18000  | 14-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Málaga.                                                                                                                                                                                                              |
| 221                  | 18001  | 14-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Murcia.                                                                                                                                                                                                                |
| 221                  | 18001  | 14-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Oviedo.                                                                                                                                                                                                              |
| 221                  | 18001  | 14-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Santander.                                                                                                                                                                                                           |
| 221                  | 18001  | 14-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Sevilla.                                                                                                                                                                                                             |
| 221                  | 18000  | 14-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de permiso de investigación citado.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 221                  | 18000  | 14-IX-73   | Ind.       | CADUCIDAD de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Castellón.                                                                                                                                                                                                                |
| 221                  | 18000  | 14-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Guadalajara.                                                                                                                                                                                                                 |
| 221                  | 18000  | 14-IX-73   | Ind.       | CANCELACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de Huelva.                                                                                                                                                                                                                        |
| 221                  | 18000  | 14-IX-73   | Ind.       | CANCELACION de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de León.                                                                                                                                                                                                                  |
| 221                  | 18000  | 14-IX-73   | Ind.       | CADUCIDAD de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Lugo.                                                                                                                                                                                                                    |
| 221                  | 18000  | 14-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de permiso de investigación, Delegación Provincial de Madrid.                                                                                                                                                                                                                       |
| 222                  | 18050  | 15-IX-73   | Ind.       | CANCELACION de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Cáceres.                                                                                                                                                                                                               |
| 223                  | 18088  | 17-IX-73   | Ind.       | Queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona cuyo perímetro se indica, comprendida en las provincias de Huesca, Lérida, Barcelona y Gerona. |
| 224                  | 18176  | 18-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de permiso de investigación minera, de la Dirección General de Minas.                                                                                                                                                                                                               |
| 224                  | 18176  | 18-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de permiso de investigación, Delegación Provincial de Alava.                                                                                                                                                                                                                        |
| 224                  | 18178  | 18-IX-73   | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Soria.                                                                                                                                                                                                                       |
| 225                  | 18235  | 19-IX-73   | Ind.       | CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Cáceres.                                                                                                                                                                                                                |

| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA    | MINISTERIO | A S U N T O                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------|--------|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 225                  | 18236  | 19-IX-73 | Ind.       | CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Lugo.                                                                                                                                                                                                 |
| 225                  | 18236  | 19-IX-73 | Ind.       | CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Pontevedra.                                                                                                                                                                                           |
| 225                  | 18237  | 19-IX-73 | Ind.       | CADUCIDAD de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Teruel.                                                                                                                                                                                               |
| 225                  | 18235  | 19-IX-73 | Ind.       | CANCELACION de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Badajoz.                                                                                                                                                                                             |
| 225                  | 18236  | 19-IX-73 | Ind.       | CADUCIDAD de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Granada.                                                                                                                                                                                                |
| 225                  | 18236  | 19-IX-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Sevilla.                                                                                                                                                                                                   |
| 228                  | 18486  | 22-IX-73 | Ind.       | CADUCIDAD de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Avila.                                                                                                                                                                                                  |
| 229                  | 18556  | 24-IX-73 | Ind.       | CADUCIDAD de concesiones de explotación minera.                                                                                                                                                                                                                                |
| 229                  | 18553  | 24-IX-73 | Ind.       | Se concede la primera prórroga de un permiso de investigación de hidrocarburos en la zona I.                                                                                                                                                                                   |
| 229                  | 18557  | 24-IX-73 | Ind.       | CADUCIDAD de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Cuenca.                                                                                                                                                                                                 |
| 229                  | 18557  | 24-IX-73 | Ind.       | CADUCIDAD de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Granada.                                                                                                                                                                                               |
| 229                  | 18557  | 24-IX-73 | Ind.       | CANCELACION de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Orense.                                                                                                                                                                                               |
| 229                  | 18557  | 24-IX-73 | Ind.       | CADUCIDAD de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Salamanca.                                                                                                                                                                                              |
| 229                  | 18559  | 24-IX-73 | Ind.       | CANCELACION de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Vizcaya.                                                                                                                                                                                              |
| 232                  | 18762  | 27-IX-73 | Ind.       | Se concede la primera prórroga para los permisos de investigación de hidrocarburos "Villaviciosa" y "Gijón" de la Zona I (Península).                                                                                                                                          |
| 232                  | 18765  | 27-IX-73 | Ind.       | Queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos en la zona cuyo perímetro se indica, comprendida en las provincias de Almería y Granada. |
| 233                  | 18824  | 28-IX-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Badajoz.                                                                                                                                                                                            |
| 233                  | 18824  | 28-IX-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Barcelona.                                                                                                                                                                                           |
| 233                  | 18824  | 28-IX-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Cáceres.                                                                                                                                                                                            |
| 234                  | 18895  | 29-IX-73 | Ind.       | OTORGAMIENTO de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Tarragona.                                                                                                                                                                                           |

| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA     | MINISTERIO | A S U N T O                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|--------|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>HIDROCARBUROS</b> |        |           |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 163                  | 13946  | 9-VII-73  | Ind.       | Se otorga a "Copares Española, S. A.", un permiso de investigación de hidrocarburos en zona I (Península).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 163                  | 13947  | 9-VII-73  | Ind.       | Se otorgan a la "Sociedad Investigadora Petrolífera, S. A." (SIPSA), cuatro permisos de investigación de hidrocarburos y se deniega uno, situado en la zona I.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 163                  | 13948  | 9-VII-73  | Ind.       | Se adjudican dos permisos de investigación de hidrocarburos "Torrevieja Marino B y C" en la zona I (Península).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 163                  | 13948  | 9-VII-73  | Ind.       | Se resuelven los expedientes de solicitudes en competencia para la adjudicación de varios permisos de investigación de hidrocarburos sobre áreas marinas zona I en la provincia de Cádiz.                                                                                                                                                                                                                                               |
| 229                  | 18553  | 24-IX-73  | Ind.       | Se concede la primera prórroga de un permiso de investigación de hidrocarburos en la zona I.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 231                  | 18716  | 26-IX-73  | Ind.       | Se resuelven los expedientes de solicitudes para la adjudicación de once permisos de investigación de hidrocarburos sobre áreas marinas frente a las costas de las islas Baleares.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 231                  | 18716  | 26-IX-73  | Ind.       | Se adjudica a "Georex Ibérica, S. A.", un permiso de investigación de hidrocarburos en la zona I (Península).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 231                  | 18717  | 26-IX-73  | Ind.       | Se resuelven los expedientes de solicitudes en competencia para la adjudicación de varios permisos de investigación de hidrocarburos sobre aguas marinas, zona I, frontales a la provincia de Barcelona.                                                                                                                                                                                                                                |
| 232                  | 18762  | 27-IX-73  | Ind.       | Se concede la primera prórroga para los permisos de investigación de hidrocarburos "Villaviciosa" y "Gijón" de la Zona I (Península).                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>RESERVAS</b>      |        |           |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 162                  | 13839  | 7-VII-73  | Ind.       | ORDEN por la que se establece la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en las zonas "Subsector II, área I (Sn-W/III-1), zona 1, Testeiro Doade" (Pontevedra-Orense), y "Subsector III, áreas 1 (Sn-W/III-I), zona 2, Novelle-Cortegada" (Orense).                                                                                          |
| 163                  | 13951  | 9-VII-73  | Ind.       | ORDEN por la que se prorroga la reserva provisional a favor del Estado, para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, dentro del perímetro denominado "Zona Huelva", comprendida en las provincias de Huelva y Sevilla.                                                                                                                                                                |
| 167                  | 14341  | 13-VII-73 | Ind.       | ORDEN por la que se establece la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidas las radiactivas, carbón e hidrocarburos, en la zona "Fuenteventura" de la provincia de Las Palmas.                                                                                                                                                                                                           |
| 173                  | 14819  | 20-VII-73 | Ind.       | ORDEN por la que se prorroga la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en el área denominada X "Zona Vigésimonovena Navalcán, Primera Modificación", con reducción de superficie, dando lugar a la creación de tres nuevas zonas de reserva provisional de inferior extensión, con las denominaciones de "Toledo Dos", "Toledo Tres" y "Avila Cuatro", en las provincias de Toledo y Avila. |

| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA      | MINISTERIO | A S U N T O                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------|--------|------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 179                  | 15293  | 27-VII-73  | Ind.       | ORDEN por la que se establece la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona "Subsector II-área 1 (Sn-W/I-2)", comprendida en las provincias de La Coruña y Pontevedra.                                                                                                                                                                                                                 |
| 181                  | 15462  | 30-VII-73  | Ind.       | ORDEN por la que el Estado decide investigar tres áreas de la Reserva Nacional y encomendar al Instituto Nacional de Industria, como Organismo estatal autónomo, dicha investigación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 184                  | 15777  | 2-VIII-73  | Ind.       | CORRECCION de erratas de la Orden de 18 de junio de 1973 por la que se establece la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en las zonas "Subsector III, Area 1 (Sn-W/III-1) Zona 1 Testeiro-Doade" (Pontevedra-Orense) y "Subsector III, Area 1 (Sn-W/III-1) Zona 2 Novelle-Cortegada" (Orense).                                                                                              |
| 185                  | 15854  | 3-VIII-73  | Ind.       | CORRECCION de erratas de la Orden de 18 de junio de 1973 por la que se prorroga la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, dentro del perímetro denominado "Zona Huelva", comprendida en las provincias de Huelva y Sevilla.                                                                                                                                                                |
| 193                  | 16514  | 13-VIII-73 | Ind.       | ORDEN sobre reducción del área de reserva definitiva a favor del Estado para pizarras bituminosas, establecida en toda la provincia de Ciudad Real.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 195                  | 16651  | 15-VIII-73 | Ind.       | ORDEN por la que se prorroga la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, de la zona "Málaga-Cádiz", comprendida en las provincias del mismo nombre.                                                                                                                                                                                                                                          |
| 202                  | 17021  | 23-VIII-73 | Ind.       | ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos, denominada "La Llacuna (A1/I-3)", comprendida en las provincias de Barcelona y Tarragona.                                                                                                                                                                                                      |
| 206                  | 17227  | 28-VIII-73 | Ind.       | ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para la investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, denominada "Fuentespalda (A1/I-4)", de las provincias de Teruel, Tarragona y Castellón de la Plana.                                                                                                                                                                                                               |
| 217                  | 17834  | 10-IX-73   | Ind.       | CORRECCION de erratas de la Orden de 13 de junio de 1973, por la que se prorroga la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en el área denominada "Zona vigésimonovena Navalcán, Primera modificación", con reducción de superficie, dando lugar a la creación de tres nuevas zonas de reserva provisional de inferior extensión, con las denominaciones de "Toledo Dos", "Toledo Tres" y "Avila Cuatro", en las provincias de Toledo y Avila. |
| 227                  | 18370  | 21-IX-73   | Ind.       | CORRECCION de erratas de la Orden de 10 de mayo de 1973, por la que se establece la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona "Subsector II, área 1 (Sn-W/I-2)" comprendida en las provincias de La Coruña y Pontevedra.                                                                                                                                                              |



| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA      | MINISTERIO | A S U N T O                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|--------|------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 229                  | 18553  | 24-IX-73   | Ind.       | Se prorroga la reserva provisional a favor del Estado en la zona denominada "Asturias-León", comprendida en las provincias de Oviedo y León.                                                                                                                    |
| 232                  | 18763  | 27-IX-73   | Ind.       | Se establece la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona "Subsector XIII, área 1 (Sn-W/IV-3)", comprendida en las provincias de Cáceres y Badajoz.         |
| 232                  | 18763  | 27-IX-73   | Ind.       | Se establece la reserva provinsional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona "Subsector XII, área 1 (Sn-W/IV-5)", comprendida en las provincias de Cáceres y Badajoz.         |
| 232                  | 18764  | 27-IX-73   | Ind.       | Se establece la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona "Subsector X, área 1 (Sn-W/IV-1)", comprendida en las provincias de Cáceres y Salamanca.          |
| <b>PERSONAL</b>      |        |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 165                  | 14118  | 11-VII-73  | Ind.       | RESOLUCION por la que se convoca concurso de traslado para proveer destinos vacantes entre funcionarios de los Cuerpos de Ingenieros Industriales y de Minas del Departamento.                                                                                  |
| <b>VARIOS</b>        |        |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 163                  | 13942  | 9-VII-73   | O. P.      | Se concede a don Salvador Carbó Molihari autorización para aprovechar aguas subálveas del río Foix, en término municipal de San Martín de Sarroca (Barcelona), con destino a atenciones de una granja.                                                          |
| 163                  | 13944  | 9-VII-73   | O. P.      | Se concede autorización al Ayuntamiento de Frigiliana (Málaga) para aprovechar aguas subálveas del río Higuernón, captadas en los manantiales de La Calentura y la Sargenta, en su término municipal, con destino al abastecimiento de la población.            |
| 163                  | 13940  | 9-VII-73   | O. P.      | Se hace pública la autorización otorgada a "Graveras del Sur, S. A." en exclusiva para extraer áridos del río Guadalquivir, en el tramo de 960 metros de longitud comprendido entre el Palo del Manco y el arroyo Tamarguillo, en término municipal de Sevilla. |
| 170                  | 14593  | 17-VII-73  | O. P.      | Se autoriza a "Lincolor, S. A.", para aprovechar aguas subálveas del río Llobregat, en término municipal de Olesa de Montserrat (Barcelona), con destino a usos industriales.                                                                                   |
| 170                  | 14594  | 17-VII-73  | O. P.      | AUTORIZACION concedida a don José Dávila Rodríguez para ejecutar labores de alumbramiento de aguas subterráneas en el barranco de "La Zarza", en monte de propios del Ayuntamiento de La Orotava (Santa Cruz de Tenerife).                                      |
| 178                  | 15212  | 26-VII-73  | Ind.       | Se declaran mineromedicinales las aguas del manantial citado.                                                                                                                                                                                                   |
| 194                  | 16584  | 14-VIII-73 | O. P.      | AUTORIZACION concedida a don José Company Marsinyach para aprovechar aguas subálveas del torrente de las Huertas, en término municipal de Montmajor (Barcelona), con destino a usos domésticos y atenciones de una granja.                                      |

| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA      | MINISTERIO | A S U N T O                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|--------|------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 194                  | 16585  | 14-VIII-73 | O. P.      | Se autoriza al Ayuntamiento de Vélez-Málaga (Málaga), para aprovechar aguas subálveas del río Vélez, con destino al abastecimiento de su población.                                                                                   |
| 198                  | 16817  | 18-VIII-73 | O. P.      | Se concede a "Aguas Potables de Barbastro, S. A.", la ampliación de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Vero, en término municipal de Barbastro (Huesca), con destino al abastecimiento de esta población.                  |
| 199                  | 16870  | 20-VIII-73 | O. P.      | Se concede a don Enrique Bassas Gregori y doña Isabel Aostri López, un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera de Fontrubí, en término municipal de Guardiola de Fontrubí (Barcelona), con destino a riegos y usos domésticos. |
| 200                  | 16926  | 21-VIII-73 | O. P.      | Se autoriza a don José Parera Pons y doña Teresa Pons, aprovechar aguas subálveas de las riera Alguadora, en término municipal de Montmajor (Barcelona), con destino a atenciones de una granja.                                      |
| 225                  | 18235  | 19-IX-73   | Ind.       | Aguas, Termo-salinas.--Orden por la que se crea un perímetro de protección de los manantiales de Alicún de las Torres (Granada).                                                                                                      |
| 228                  | 18486  | 22-IX-73   | Ind.       | RESOLUCION por la que se hace pública la declaración minero-medical de las aguas del manantial que se cita.                                                                                                                           |
| 229                  | 18559  | 24-IX-73   | Ind.       | Se hace pública la declaración minero-medical de las aguas del manantial que se cita, Delegación Provincial de Valencia.                                                                                                              |
| 234                  | 18895  | 29-IX-73   | Ind.       | RESOLUCION por la que se hace pública la declaración minero-medical de las aguas del manantial que se cita, de la Delegación Provincial de Valencia.                                                                                  |

## Notas bibliográficas

### GEOLOGIA

MURAWSKI, HANS: *Vocabulario geológico*. Sexta edición completada y ampliada. VIII-260 págs. 65 grabados y una tabla plegable. Formato: 12×19 cm., 1972.

Esta obra fue fundada en 1937 por Carl Christoph Beringer, autor de importantes trabajos geológicos, entre ellos la obra "Geschichte der Geologie und des Geologischen Weltbildes" publicada en 1954. El autor pudo reeditarla varias veces. Su temprana muerte detuvo la empresa iniciada. Al hacerse cargo de ella el actual profesor de Geología y Paleontología de la Universidad de Francfort del Main, Hans Murawski, este autor comprende la necesidad de completar y ampliar la obra de su malogrado fundador dividiéndola en dos, y decide entregarse por entero a la redacción del vocabulario (\*) geológico.

(\*) Aceptando lo dicho en el "Diccionario manual e

en tanto que el Prof. Dr. U. Lehmann escribe el vocabulario paleontológico.

De este modo, el vocabulario geológico contiene todos los posibles términos hasta ahora conocidos en geología, no solamente definidos en pocas palabras sino que, en general, van seguidos de una breve historia de su empleo. Se anotan primero los nombres de sus creadores. Sigue una escogida literatura actual en cada uno de los vocablos. Las figuras se hallan repartidas por distintos sitios del texto. La lámina final es la número dos. Las restantes están incluidas en el texto. La primera abarca la mitad superior de la página 239 y contiene las categorías cronológicas y estratigráficas así como ejemplos de cada una de estas divisiones geológicas. La segunda, que está plegada al final de la obra, contiene el cuadro es-

ilustrado de la Lengua Española" del año 1927, empleo el término "Vocabulario", prefiriéndolo al de "Diccionario". Según esta misma obra de la Real Academia Española, "vocablo", en su primra acepción, es "palabra como expresión de una idea".

tratigráfico del catenario, tanto geológico como prehistórico. La tercera abarca las páginas 240 a 245 y está dedicada a la estratigrafía, que va desde el precámbrico hasta el cuaternario, teniendo en cuenta de modo especial lo concerniente a las formaciones europeas. En la parte derecha se registran las fases tectónicas y los climas, fauna y floras correspondientes a los pisos y divisiones estratigráficas superiores, que figuran en la parte izquierda las tablas cuarta y quinta abarcan las páginas 246 y 247 y comprende las rocas magmáticas. La tabla sexta contiene las rocas sedimentarias. La tabla séptima comprende las rocas metamórficas. Por último, la tabla octava comprende las edades geocronológicas según Kulp (1960), Afanassyef (1964) y simposio Holmes (1964) correspondientes a las unidades geológicas principales, que van desde el cámbrico hasta el preistoceno.

Siguen dos tablas etimológicas, una dedicada a los vocablos de origen latino, otra a los de origen griego.

En las páginas anteriores al vocabulario, el autor dedica su obra a los geólogos, paleontólogos, mineralogistas, geógrafos, geofísicos, agrónomos, arquitectos, ingenieros de minas, estudiantes y aficionados a la Geología.—J. G. DE LL.

## TECTONICA

DELFIN DE CARVALHO: *The metallogenetic consequences of plate tectonic and the upper paleozoic evolution of southern Portugal*. Estudios. Notas e Trabalhos do S. F. M. V. XX, fasc. 3-4, págs. 297-320, 1971.

Interpreta la geología del Paleozoico superior del Sur de Portugal a la luz de los nuevos conceptos basados en la tectónica de Placas. Establece un esquema paleogeográfico y explica su actividad magmática a partir de la zona de Benioff. Aborda el autor las implicaciones que se derivan para la Tectónica Global de la existencia de una zona subsidiaria activa durante el Paleozoico superior en esta parte de Continente europeo.

El modelo tectónico propuesto explica bien las actividades ígneas observadas, las rocas volcánicas son predominantemente félsicas y las rocas intrusivas muestran ser progresivamente más ácidas y más recientes a medida que se camina del Sur hacia el Norte en la placa continental.

En la segunda parte del trabajo hace un encuadramiento de las variedades mineralógicas conocidas en el esquema propuesto. Se trata de la correspondencia de las variaciones en la composición de las rocas eruptivas con los diferentes tipos de mineralización y establece una tabla de clasificación según el modelo de Y. A. Bilibin. Entre las rocas eruptivas sobresale con gran importancia el grupo de porfiro y rocas afines con sus ocurrencias de cobre. Después de un análisis de su posición geotectónica y por comparación con datos actuales referentes a los yacimientos de tipo "porfiro-cobrizos" el autor concluye que aquel grupo de rocas puede estar ligado con interés económico al yacimiento de cobre.—L.

A. M. GALOPIM DE CARVALHO, C. A. MATOS ALVES y LUIS SERRANO: *A alteração caulínica do feldspato de vertos filões de rochas ácidas, relacionados com o máciço eruptivo de Sintra*. Estudo, Notas e Trabalhos do S. F. M. V. XX, fasc. 3-4, págs. 321-329, 1971.

De un mineral arcilloso caolínico resultante de la alteración de los filones relacionados más o menos directamente con la zona eruptiva de Sintra, identifican las características por medio de análisis térmico diferencial, termogravimetría, difracción de Rayos X y química clásica, y establecen las conclusiones correspondientes.—L. DE A.

## MINERALOGIA

Unión Internacional de Ciencias Geológicas, Series A, Número 3. *Minerales metálicos en sedimentos*. VIII Congreso internacional de Sedimentología. Heidelberg, agosto 31-septiembre 3, año 1971. Editores Amstutz, G. C., Heidelberg; Bernard, A. J., Nancy. 184 figs. VIII, 350 páginas. 1973.

En 1963 tuvo lugar el primer simposio sobre los minerales metálicos en relación con los depósitos sedimentarios en los cuales se han formado. El gran interés que despertó entre los asistentes al congreso sedimentológico internacional motivó la conveniencia de constituir una sección dedicada a las relaciones existentes entre las menos metálicas y los sedimentos que las rodean. Aceptada la idea, en el próximo congreso internacional de Geología se tendrá otro simposio de idéntico carácter al primero. Entre los problemas sugeridos en la génesis de los minerales metálicos, se encuentra la diagénesis que éstos experimentan. El interés se amplía de año en año y parecía justificado reunir ya, de antemano los trabajos referentes a cuestión tan atrayente. Tal es la labor que ambos editores (Amstutz y Bernard) se han impuesto, realizando así su propósito con esta fundamental obra que aquí reseñamos.

(No es fácil precisar con claridad el término Ore. Bajo el concepto de minerales metálicos debemos entender aquí lo que en inglés se llama Ore y en alemán Erz. Este último término era ya usado por los mineros medievales de Alemania para designar minerales o rocas de los que se extraían con facilidad, metales o combinaciones metálicas en crudo. Más bien podría hablarse de minerales de aspecto metálico o de los que se extraen con facilidad los metales ya de antiguo conocidos y usados.)

Las 24 monografías que comprende la obra aparecen reunidas en cuatro grupos A): Depósitos de reducción. B): Depósitos de oxidación. C): Sulfatos y fosfatos. D): Depósitos detríticos (placeres, arenas, etc.). E): Trabajos inspirados en principios de carácter general (no pertenecientes precisamente a uno o más de los de A. B. C y D.

BERNARD, A. J.: *A Review of Processes Leading to the Formation of Mineral Deposits in Sediments*.

ARNOLD, MAUCHER, SAUPE: *Diagenetic Pyrite and Associated Sulphides at the Almadén Mercury Mine, Spain*.

MARTHOLOME, EVRARD, KATEKESHA, LÓPEZ-RUIZ, NGONGO: *Diagenetic Ore-forming Processes at Kamoto, Katanga, Republic of the Congo*.

A) Depósitos de reducción:

ARNOLD, MAULHER y SAUPE, BARTHOLOME y otros, BERNARD, BOGDANOV y KUTYREV, BRONDI, CARRARA y POLIZZANO, COLLINS y SMITH, GELDSETZER, HANOREZ y otros, MONSEUR y PEL, PADALINO y otros, PUCHELT, SAMAMA, SCHADLUN, VALETTE, ZIMMERMANN y AMSTUTZ.

B) Depósitos de oxidación:

BERNARD, BRONDI, CARRADA y POLIZZANO, DOYEN, EARGLE y WEEHS, GERMANN, LEMOALLE y DUPONT, MENGEL, PADALINO y otros, PYLHELT, SEMANA.

C) Sulfatos y fosfatos:

BERNARD, SAMANA.

D) Depósitos detríticos (placeres, arenas, etc.):

ARNOLD, MAUCHER y SAUPE, MENGEL, MONSEUR y PEL, SESTINI, TOURTELOT y RILEY.

E) Trabajos inspirados en principio de carácter general (no pertenecientes precisamente a uno o a más de los de A, B, C, y D:

BERNARD: *Metallogenic Processes of Intra-karstic Sedimentation*.

BOBDANAV y KUTRYEV: *Classification of Stratified Copper and Lead-Zinc Deposits and the Regularities of Their Distribution*.

BRONDI, CARRARA, POLIZZANO: *Uranium and Heavy Metals in Permian Sandstones Near Bolzano (Northern Italy)*.

COLLINS y SMITH: *Lithostratigraphic Controls of Some Ordovician Sphalerites*.

DOYEN: *The Manganese Ore Deposits of Kisenge Kamata (Wester Katanga). Mineralogical and Sedimentological Aspects of the Primary Ore*.

EARGLE y WEEKS: *Geological Relations Among Uranium Deposits, South Texas, Coastal Plains Region, U.S.A.*

GELDSETZER: *Syngenetic Dolomitization and Sulphide Mineralization*.

GERMANN: *Deposits of Manganese and Iron Carbonates and Silicates in Liassic Marls of the Northern Limestones Alps (Kalkalpen)*.

HONNOREZ, HONNOREZ-GUERSTEIN, VALETTE y WAUSCH-KUHN: *Present Day Formation of an Exhalative Sulfide Deposit at Vulcano (Tyrrhenian Sea). Active Crystallization of Fpmarolic Sulfides in the Volcanic Sediments of the Baia di Levante*.

LEMOALLE y DUPONT: *Iron-bearing Oolites and the Present Conditions of Iron Sedimentation in Lake Chad (Africa)*.

MENGEL: *Physical Sedimentation in Precambrian Cherty Iron Formations of the Lake Superior Type*.

MONSEUR y PEL: *Reef Environment and Stratiform Ore*

*Deposits (Essay of a Synthesis of the Relationship between Them)*.

UADALINO, URETTI, TAMBURRINI, TOCCO, URAS, VIOLO y ZUFFARDI: *Ore Deposition in Karst Formations with Examples from Sardinia*.

POPOV: *On the Anisotropy of Ore-bearing Series in Stratigraphic Deposits*.

PUCHELT: *Recent Iron Sediment Formation at the Kameni Islands, Santorini (Greece)*.

SAMAMA: *Ore Deposits and Continental Weathering: A Contribution to the Problem of Geochemical Inheritance of Heavy Metal Contents of Basement Arases and of Sedimentary Basins*.

SCHADLUND: *On the Origin of "Kies"-Ore and Pb-Zn Deposits in Sediments*.

SESTINI: *Sedimentology of a Paleoplacer: The Gold-bearing Tarkwaian of Ghana*.

TOURTELET y RILEY: *Size and Shape of Gold and Platinum Grains*.

VALETTE: *Distribution of Certain Trace Elements in Marine Sediments Surrounding Vulcano Island (Italy)*.

ZIMMERMANN y AMSTUTZ: *Integrowth and Crystallization Features in the Cambrian Mud Volcano of Decaturville, Missouri, U.S.A.*

La perfecta ilustración que acompaña a cada monografía, la riqueza de mapas, diagramas, las secciones delgadas de preparaciones microscópicas, retienen la atención del lector de estos tan completos trabajos.

Una abundante bibliografía termina cada uno de ellos. J. G. DE LL.

## PETROLOGIA

F. ANGUITA VIRELLA: *La evolución magmática en el ciclo Roque Nublo (Gran Canaria)*. Estudios Geológicos, volumen XXVIII, págs. 377-428, diciembre 1972.

Estudia una serie de materiales volcánicos comagmáticos, productos de erupciones subaéreas de características diversas que tuvieron lugar en Gran Canaria a lo largo del Neogeno. La secuencia formada por coladas (basaltos, basanitas, tefritas) imbricadas con mantos de aglomerado volcánico (matriz vítrea alcalina), cuyas potencias son mayores en la parte superior de la serie, hacia cuya final destruyen domos exógenos de fenolitas hauynicas.

Coladas, aglomerados y pitones están relacionados según una serie de diferenciación, cuyos mecanismos petrogenéticos han sido complejos: sucesivamente (pero también solapándose han actuado la cristalización fraccionada, inmiscibilidad parcial, resorción del anfíbol, incremento de la presión de oxígeno, transporte gaseoso y de nuevo inmiscibilidad. La influencia de cada uno de estos mecanismos, así como también la de otros que se descartan, es examinada en detalle.

Desde un punto de vista evolutivo, el Ciclo Roque Nublo puede resumirse como una serie alcalina con dos máximos de subsaturación (las coladas tefríticas y las fonolitas haucas) separadas por un umbral saturado (la matriz del aglomerado tiene un quimismo traquítico). En este sentido, es asimilable a las series alcalinas del Cantal, aunque en Gran Canaria las relaciones entre traquitas y fonolitas parecen mejor definidas.

Por otra parte, las características del aglomerado (cantos heterogéneos y muy mal seleccionados predominando sobre una matriz citroclástica a la cual están soldados) confieren a esta serie un aspecto original. Pensamos que estos aglomerados ("tipo Roque Nublo") se han producido en emisiones de estilo ignimbrítico de magmas de gran viscosidad contenidos en cámaras a muy alta presión.

Quedan pendientes de estudios posteriores:

1) La datación del Ciclo. Extrapolaciones a partir de los datos paleontológicos de la terraza de Las Palmas fijarían su base en el Vindoboniense, pero las dataciones absolutas lo incluyen por completo en el Plioceno.

2) El alineamiento de los centros de emisión del Ciclo según una dirección ENE, y su desplazamiento en este sentido a lo largo del tiempo. Hay que resaltar la coincidencia general de esta dirección con las directrices tectónicas que las investigaciones geofísicas han puesto de relieve en el Archipiélago Canario.—L. DE A.

M. PORTUGAL FERREIRA, ORLANDO GASPAR y N. McRAE: *The Shitado (SW Angola) meteorite*. Estudios, Notas e Trabalhos do S. F. M. V. XX, fasc. 3-4, págs. 209-234., 1971.

Estudian un meteorito caído en Chitado, Sudoeste de Angola, el 20 de octubre de 1966.

La parte mineralógica y estructural de este meteorito fueron estudiadas de la siguiente manera: 1. Con microscopía de luz reflectada, que comprende una determinación de reflectividades y microdurezas Vickers de la fase metálica. 2. Microscopía de luz transmitida, que permite la identificación de las fases, la definición de la matriz y de algunos condruos. 3. Difractometría de Rayos X que evidencian la homogeneidad de las fases, permite clasificar algunos minerales accesorios y la matriz de los condruos. 4. Por microsonda electrónica para la determinación de la composición del olivino, ortopiroxeno, plagioclasas, espi-nela cromítica taenita, Kamacita y troilita.

El análisis químico del meteorito, hecho por vía húmeda, se utilizó con los datos de la composición de las fases, para clasificar el meteorito de Critado como perteneciente al grupo químico H y tupo petrológico 6.—L. DE A.

LUIS SERRANO: *Contribuição para o conhecimento do Jazigo de Caulino de Alvaraes (Viana do Castelo)*. Es-

tudos, Notas e Trabalhos do S. F. M. V. XX, fasc. 3-4, págs. 235-296, 1971.

En este trabajo da el autor los primeros resultados mineralógicos y químicos sobre el yacimiento de caolín de Alvaraes (NW de Portugal).

Está constituido en su mayor parte por caolín residual, cubierto por un depósito de terrazo caolínico.

La utilización del índice  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  permite averiguar la intensidad de caolinización, en función de la profundidad y ayudar a interpretar la formación del yacimiento, que se cree supergénica.

El caolín está constituido por caolinita muy bien cristalizada (3T) acompañada de moscovita (polimorfa 2M<sub>1</sub>) y cuarzo en el que se asocia a veces un feldespato de tipo albita-oligoclasa.

Las reservas de caolín lavado, de la parte removida, las evalúa el autor en 1.500.000 toneladas.

El caolín presenta buenas características refractarias a juzgar por el grado de refractariedad y es posible que desempeñe un papel importante en la industria del papel, como se puede desprender de su blancura en la fracción inferior a 325' mallas.—L. DE A.

#### PALEONTOLOGIA

LEHMANN, ULRICH: *Vocabulario paleontológico*. 335 páginas, 102 figuras. Tamaño, 22×15 cm. Cubiertas de cuero artificial. Ferdinand ENKE VERGAG, Stuttgart, 1964.

La presente obra, hecha por el Prof. Ulrich Lehmann, de la Universidad de Hamburgo, realiza la idea de resumir en un manual de fácil manejo, los términos paleontológicos, necesarios no solamente al profesional dedicado al estudio de los fósiles sino, además, a los geólogos y personas interesadas en el conocimiento de los seres pretéritos. Abarca la paleozoología y la paleobotánica. Los vocablos de una y otra están mezclados, ordenados alfabéticamente.

Resulta así esta obra el complemento de la hecha por el Prof. Mprawski bajo el título de "Vocabularia geológico", del cual hemos hecho su reseña en este boletín.

Cada término o vocablo va seguido de las palabras en latín, en griego o en otros idiomas, de donde se deriva y después, del nombre del autor que lo ha creado. A continuación se hace la descripción del contenido del vocablo y de las varias acepciones que puede tener. Según el valor taxonómico que tenga el vocablo, se amplía la extensión hasta llegar a veces a una página o más.

Las figuras contienen lo más suficiente para su comprensión. Junto con el geológico de Murawski, el vocabulario de Lehmann se hace indispensable al lector que necesita asegurar con rapidez sus trabajos geológicos o paleontológicos.—J. G. DE LL.

## 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



# 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.

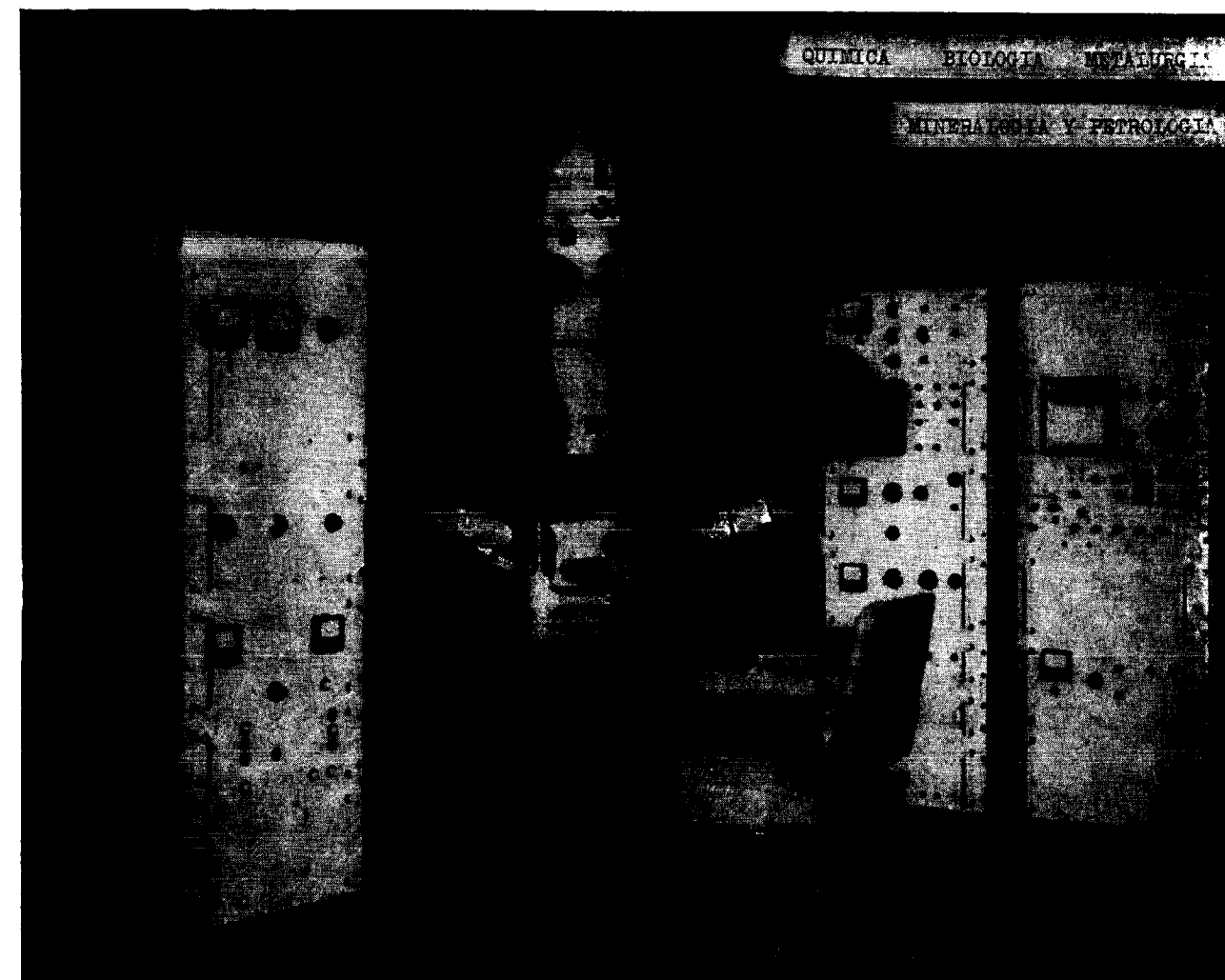
Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

## *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.

# LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ★ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micras.
- ★ Especialmente indicada en la resolución de problemas de Mineralogía y Petrología, así como en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

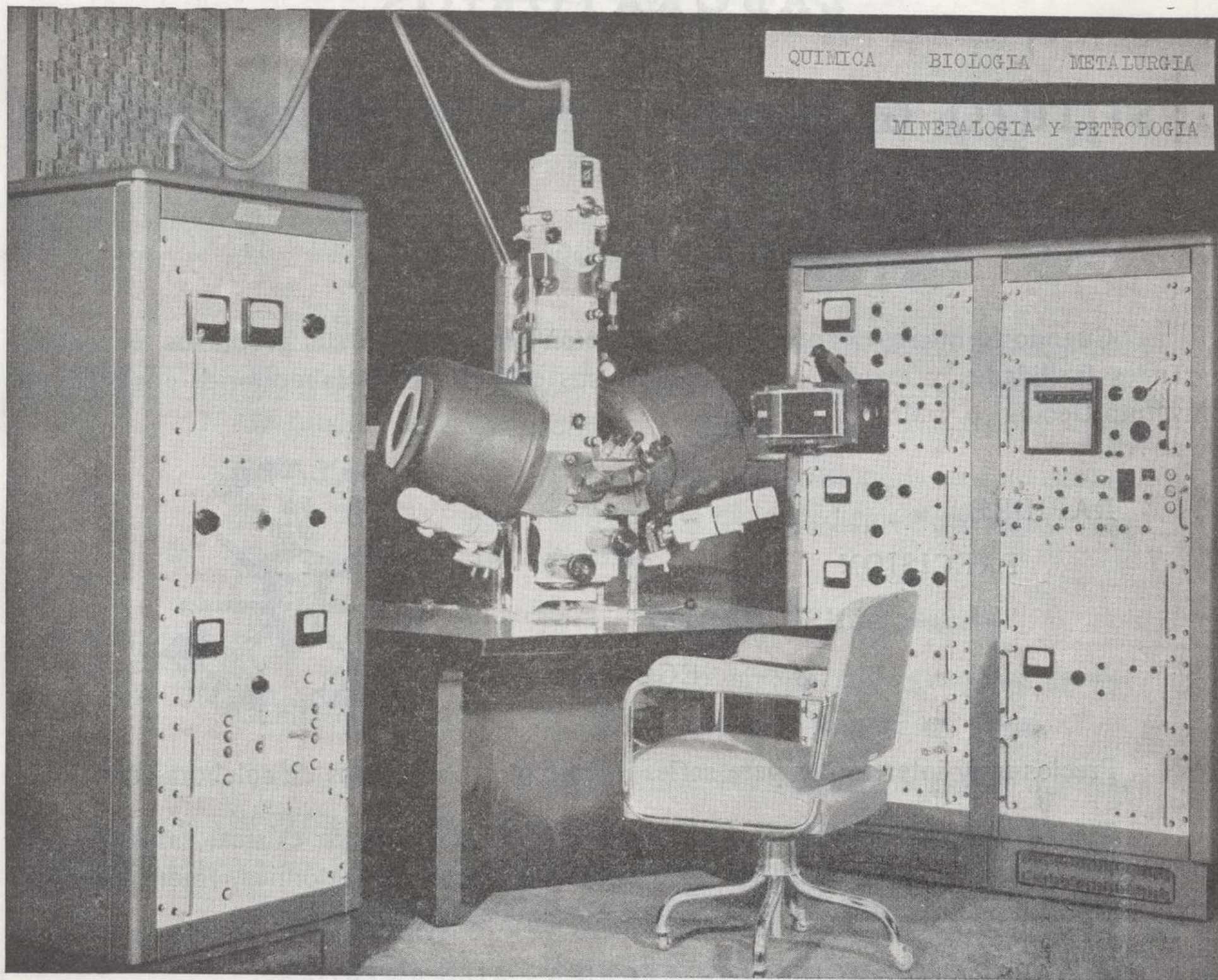
Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid - 3



# LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ❖ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 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



# LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO 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 Micropalantología.

Geotecnia.

---

## DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS IGME

RIOS ROSAS, 23

TELEF. 254 22 00

MADRID - 3