

En este número:

- Estudio comparativo de las mandíbulas de *Ursus spelaeus*, Rosemuller - Heinrooth; *Ursus demingeri*, Von Reichenau, y *Ursus arctos*, Linneo.
- Distribución de focos volcánicos y yacimientos en la banda pirítica de Huelva.
- Sobre *Sphenopteris* (*Discopteris*) *leptophylla* (Bunbury), nov. comb., y *Dicksonites doublingeri*, nov. sp.
- Consideraciones sobre la flotación de galena y la utilización del Na₂S como agente depresor.
- Las manifestaciones de asbesto en el complejo de Mellid (Galicia).
- Nota sobre un banco de datos para rocas ígneas.
- Síntesis de la Sepiolita a temperatura ambiente por precipitación homogénea.
- Importantes declaraciones del Director del IGME al diario «Arriba», de Madrid.—La enseñanza de la minería en el Mundo Hispánico (Noticias históricas).—Noticias.—Información legislativa.—Notas bibliográficas.

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. LXXXIX, Tercer Fascículo. Mayo - Junio 1978

boletín geológico y minero

7801951

7801952

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





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



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

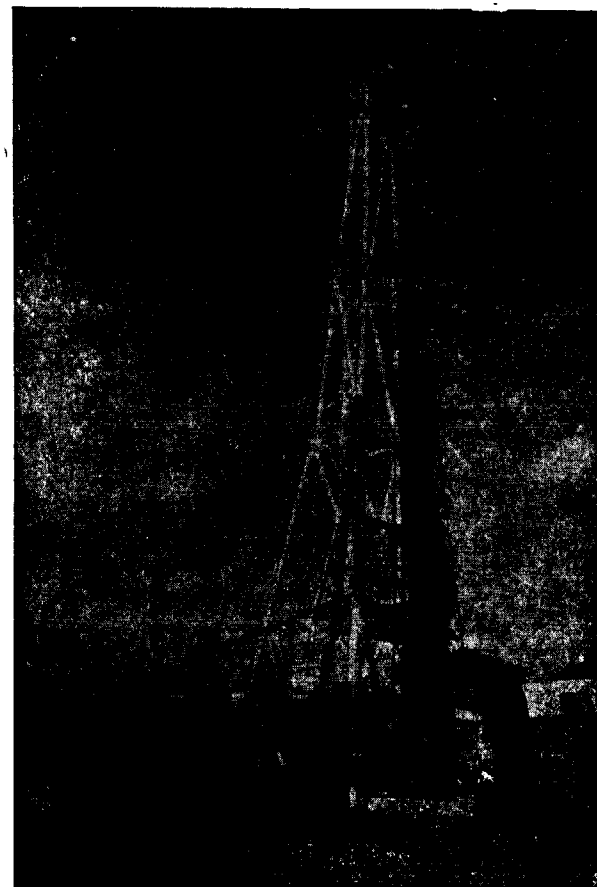
centro de investigación "juan gavala"
carretera de andalucía, km. 12
getafe (madrid)
☎ 797 34 00*

**geológicos
minerales
hidrogeológicos
geotérmicos
geotécnicos**

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

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

11/2-4-1



**ALUMBRAMIENTO
DE AGUAS
SUBTERRANEAS**

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

AGUA Y SUELO, S. A.

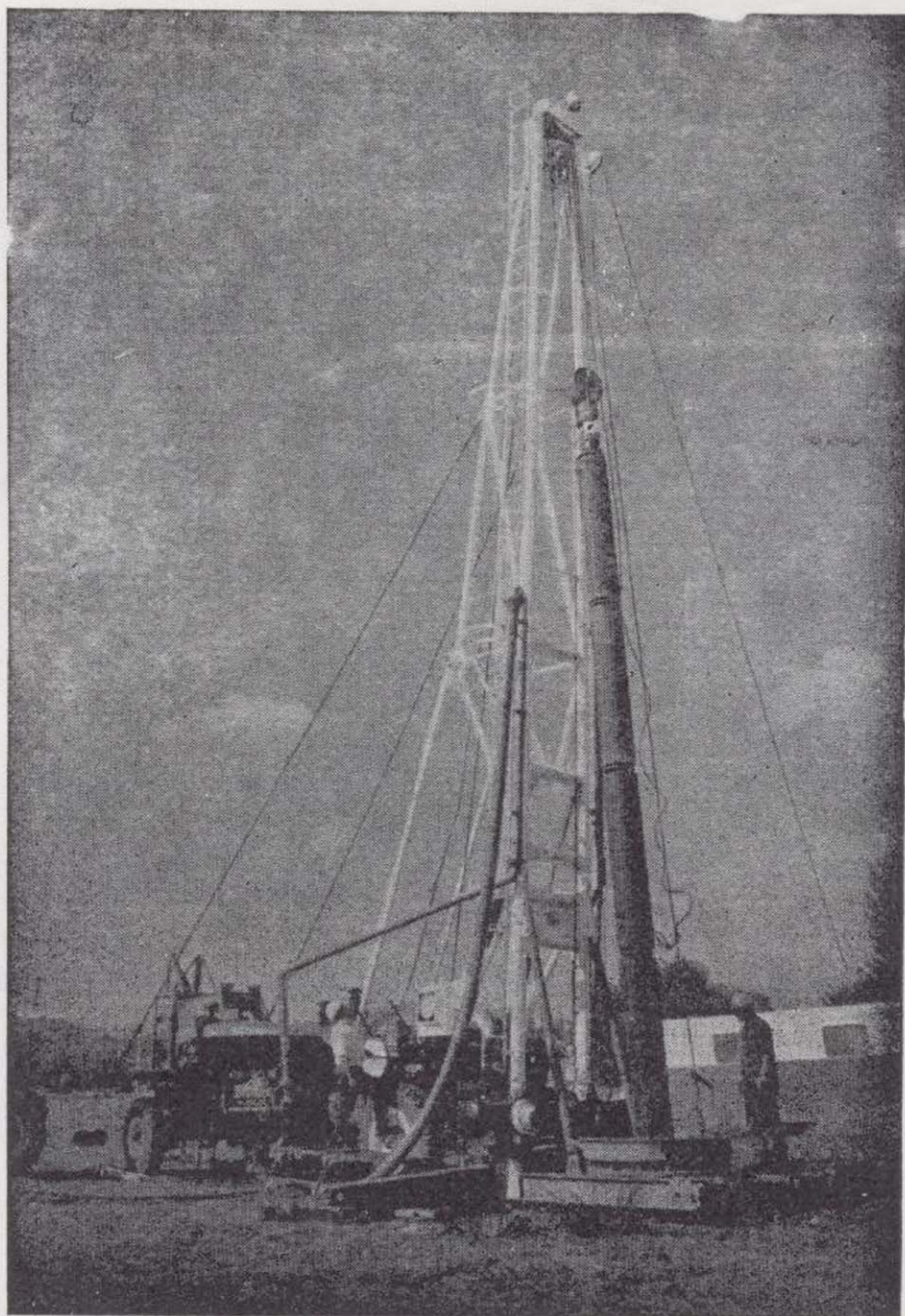
Dr. Fleming, 3 - 5.º piso
Teléfonos: 457 42 58-62-66, 457 02 30 y 250 27 72
MADRID - 16

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

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

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



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 500 m.

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad) y radiactiva (Rayos gamma).

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

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

MADRID - 16

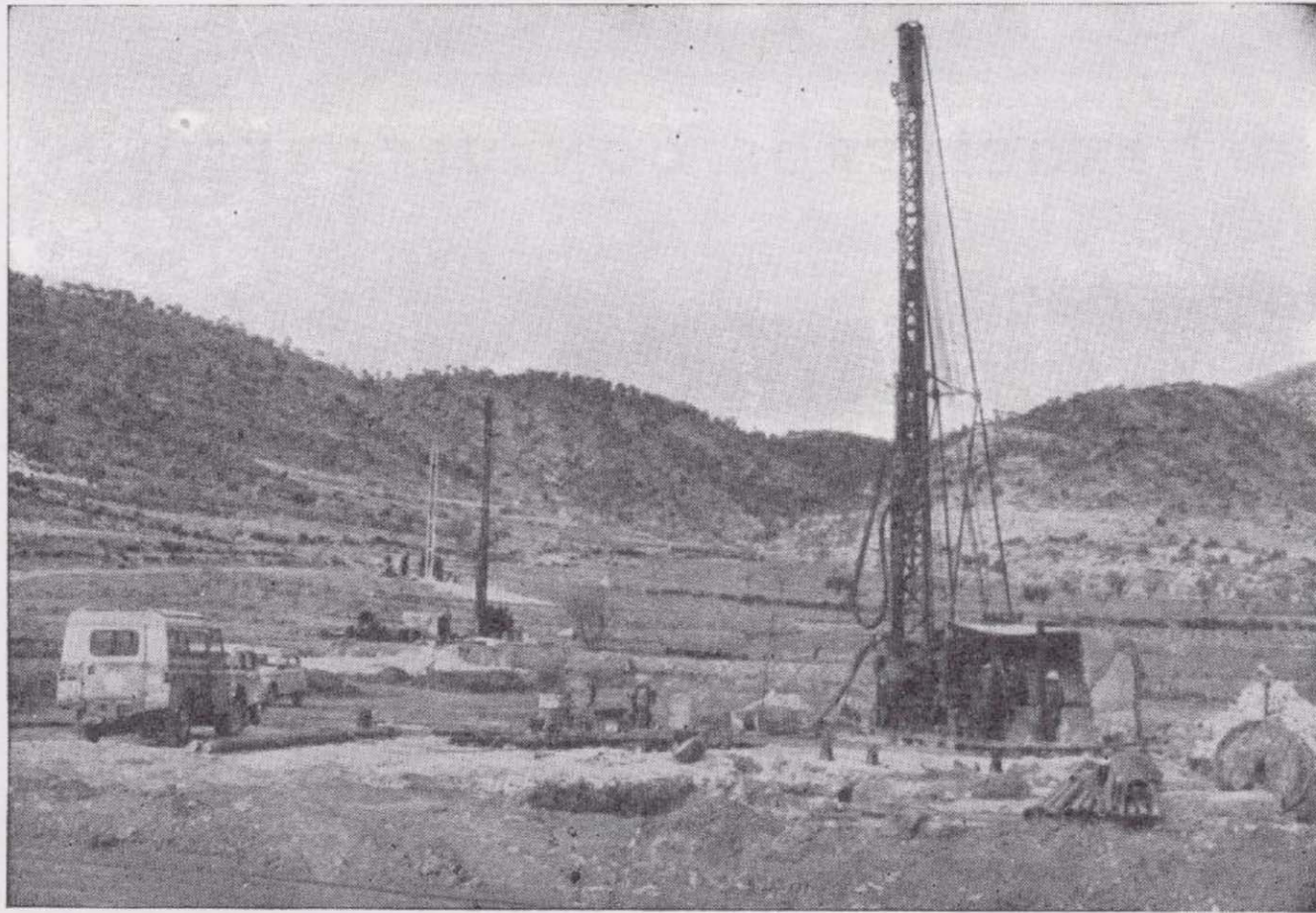
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

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

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

SONDEOS RODES



SONDEOS PARA

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

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

ACIDIFICACIONES Y CIMENTACIONES DE SONDEOS.

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

★ ★ ★

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

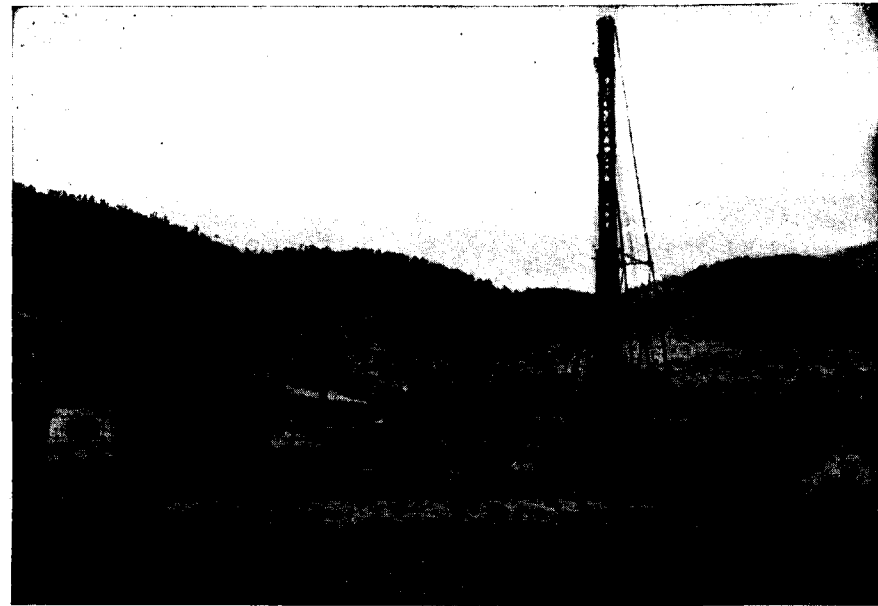
★ ★ ★

ERNESTO RODES MARTI

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

VILLENA (Alicante)

RODES-SONDEOS, S. L.



SONDEOS PARA

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

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

ACIDIFICACIONES Y CIMENTACIONES DE SONDEOS.

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

★ ★ ★

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

★ ★ ★

RODES - SONDEOS, S. L.

Avda. José Antonio, 21 - Apartado 180 - Teléfono 800983
VILLENNA (Alicante)

GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

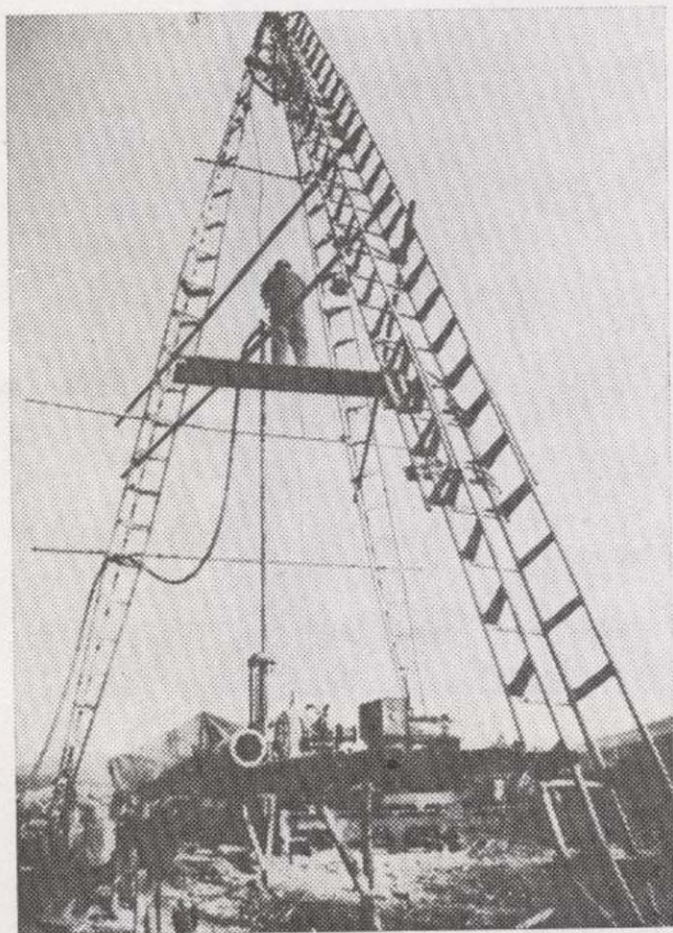
- GEOLOGIA.
- GEOFISICA.
- GEOTECNIA.
- HIDROLOGIA.
- INGENIERIA CIVIL.
- CALCULO ELECTRONICO.
- PETROGRAFIA - METALOGENIA
- PROYECTOS MINEROS
- CONTROL DE COSTOS.

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

IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

Al servicio de la Perforación desde 1954

Le resuelve cualquier
problema de perforación.



MINERIA.

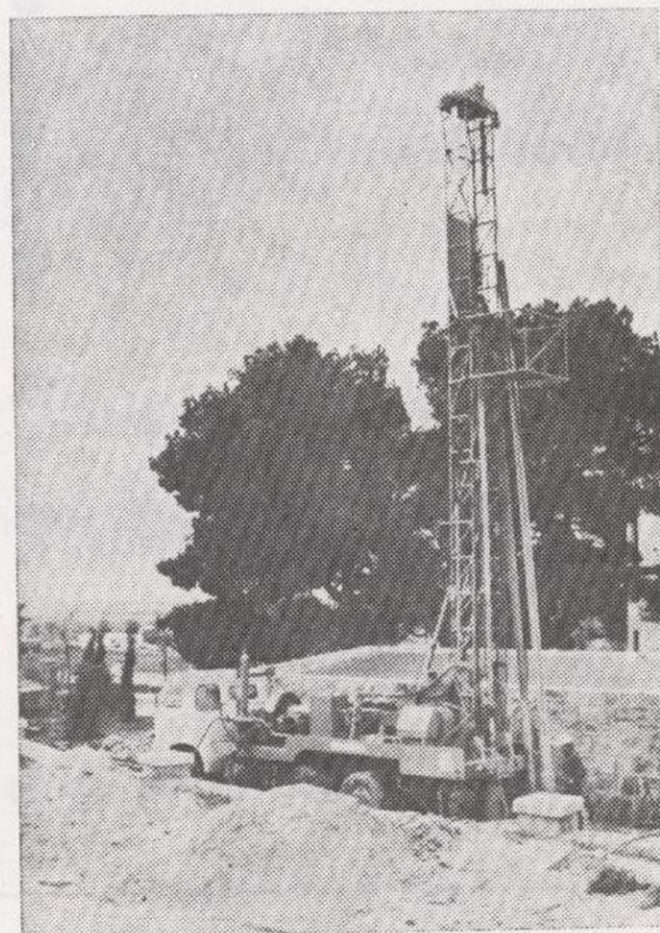
ALUMBRAMIENTO DE AGUA.

ESTRATIGRAFICOS.

EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.

ESPECIALES, ETC.

- Personal altamente experimentado.
- Profundidades hasta 2.500 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- Rotopercusión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.
- Filtros adecuados a cada sondeo.
- Sondeos de investigación de 0° a 360°.
- Perforación con aire comprimido.
- Técnicas especiales, etc., etc.

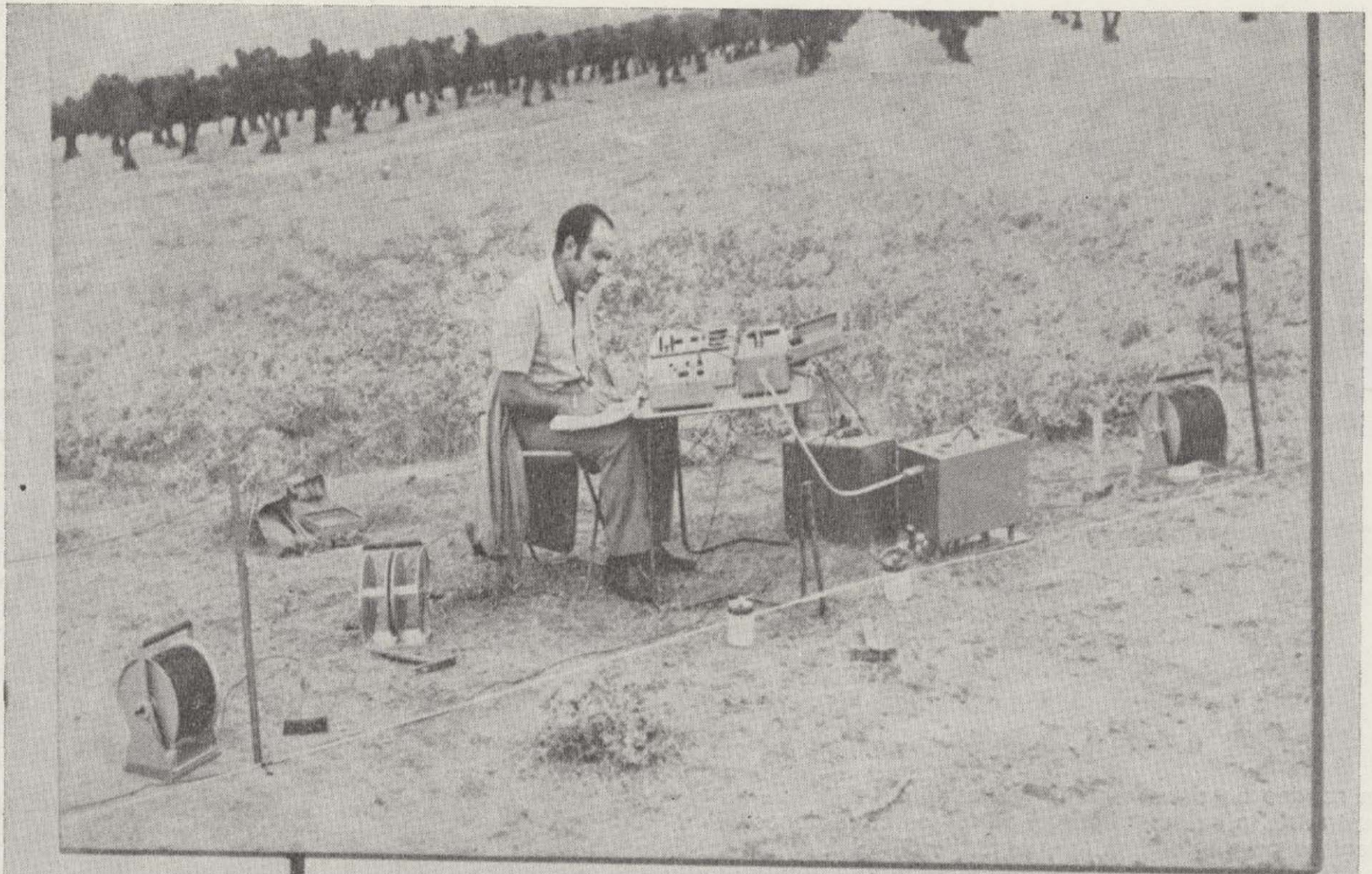


LOPEZ DE HOYOS, 13, 1.º
TELF. 261 08 07-MADRID-6

GEOTRON, S. A.

INSTRUMENTAL DE GEOFISICA

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



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

POLARIZACION ESPONTANEA

POLARIZACION INDUCIDA

MEDIDORES DE CONDUCTIVIDAD

HIDRONIVELES ELECTRICOS

CONTROL AVANCE DE SONDEOS

TESTIFICADORES ELECTRICOS

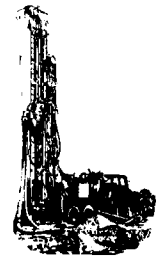
(potencial - resistividad y rayos gamma)

MAGNETOMETROS



Vegarada profundiza en su problema de agua y lo soluciona.

Dondequiera que esté en la geografía española, cualquiera que sea su problema de agua, recurra al asesoramiento de Vegarada. Poseemos la técnica y experiencia necesarias para proporcionarle toda el agua que necesite. Desde los trabajos de proyección y alumbramiento, hasta la realización de obras de conducción, puesta en riego o depósito, abastecimiento y distribución de caudales. Solicite información sin compromiso.



Vegarada

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



Pb-10

Tomo 89

Fascículo III

Mayo - Junio 1978

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología

T. JOSÉ DE TORRES, I. QUINTERO AMADOR, E. GÓMEZ NOGUEROLLES, H. MANSILLA IZQUIERDO y C. MARTÍNEZ DÍAZ: Estudio comparativo de las mandíbulas de *Ursus spelaeus*, Rosemuller-Heinrooth-*Ursus demingeri*, Von Reichenau y *Ursus arctos*, Linneo 1

F. RAMBAUD: Distribución de focos volcánicos y yacimientos en la banda pirítica de Huelva 21

P. LORENZO: Sobre *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla* (BUNBURY) nov. comb., y *Dicksonites doubingeri* nov. sp. 32

Minería

A. ORTEGA ROJAS: Consideraciones sobre la flotación de galena y la utilización del Na₂S como agente depresor 40

J. A. GÁLVEZ y V. CRESPO: Las manifestaciones de asbesto en el complejo de Mellid (Galicia) 49

Geomatemática

J. L. BRANDLE: Nota sobre un banco de datos para rocas ígneas. 53

Estudio de minerales y rocas

A. LA IGLESIA: Síntesis de la Sepiolita a temperatura ambiente por precipitación homogénea 56

Información

Importantes declaraciones del Director del IGME al diario "Arriba" de Madrid.—La enseñanza de la minería en el Mundo Hispánico (Noticias históricas).—Noticias.—Información legislativa.—Notas bibliográficas 64

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 441 70 67

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

Draclasamiento vertical en el dique aplítico de Almorox; Paredes de Escalona (Toledo), Sistema Central Español.

Foto: A. G. UBANELL

Depósito legal: M. 3.279.-1958

Nuevas Gráficas, S. A.-Andrés Mellado, 18.-Madrid (15).-VI-1978

Estudio comparativo de las mandíbulas de *Ursus spelaeus*, Rosemuller-Heinrooth - *Ursus deningeri*, Von Reichenau y *Ursus arctos*, Linneo

Por T. JOSE DE TORRES (*), I. QUINTERO AMADOR (**), E. GOMEZ NOGUEROLES (**), H. MANSILLA IZQUIERDO (**), y C. MARTINEZ DIAZ (**)

RESUMEN

En este trabajo abordamos el estudio comparativo morfológico y métrico de las mandíbulas de los grandes úrsidos del Pleistoceno de: *Ursus arctos* Lin., *Ursus deningeri* v. R. et *Ursus spelaeus* R. H. Se estudian y delimitan una serie de diferencias funcionales y de robustez, que evidentemente están relacionadas con aspectos biomecánicos relativos a su diferente régimen de alimentación.

ABSTRACT

This work deals with the comparative morphology and metric study of jaws from large Pleistocene Ursids: *Ursus arctos*, Lin., *Ursus deningeri* v. R. et *Ursus spelaeus* R. H. A series of functional and size differences have been isolated and analyzed in order to correlate them with the biomechanical aspects of feeding habits.

RESUME

Dans ce travail on aborde l'étude comparative morphologique et métrique des mandibules des grands ursidés européens: *Ursus arctos*, Lin., *Ursus deningeri* v. R. et *Ursus spelaeus* R. H. on étudie et définit une série de différences fonctionnelles et de tailles qui évidement sont liées aux aspects biomécaniques relatifs à leur différent régime alimentaire.

1. INTRODUCCION

En este trabajo, pretendemos abordar un estudio comparativo de las mandíbulas de los grandes osos europeos del Pleistoceno Medio-Holoceno.

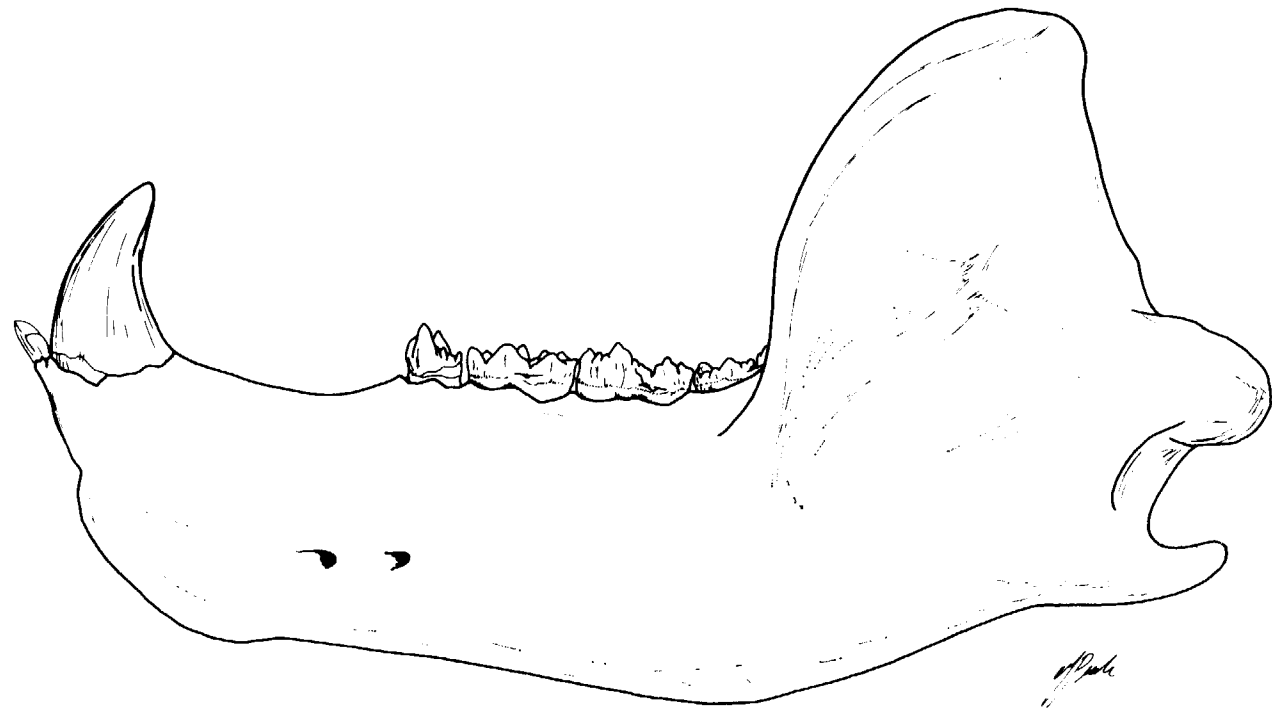
En 1938 Kretzoi, realizó una revisión de los úrsidos cuaternarios, dividiéndolos en dos grupos: el subgénero Plionarctos, representado por osos de pequeña talla y el subgénero Drepanodron-Ursus sensu lato. De este último grupo nos ocuparemos sólo de las formas más recientes (Pleistoceno Medio-Actual) es decir: *Ursus deningeri*, V. REICH, *Ursus spelaeus* ROS. HEIN., y *Ursus arctos* (formas fósiles subfósiles y actuales).

(*) Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras (Tesis Doctoral).

(**) Cátedra de Estratigrafía-Paleontología, Hidrogeología y Geología del Petróleo de la E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid.

Intentaremos dar una imagen coherente de las características anatómicas de las mandíbulas de estas especies, reuniendo numerosos datos proporcionados por diversos autores, que son de gran interés aunque hayan sido publicados en forma inconexa, unidos a algunas observaciones y metodología propias.

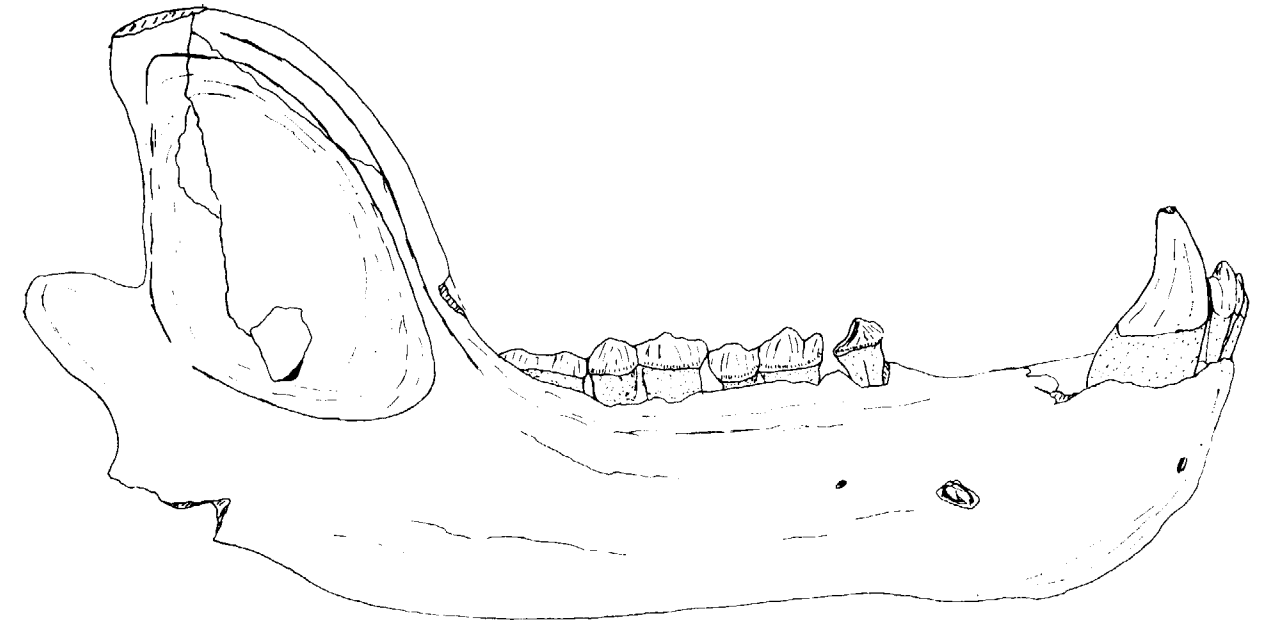
Este trabajo puede considerarse dividido en dos grandes partes: Una eminentemente morfológica, en la que nos basaremos en los decisivos trabajos realizados por MADELEINE FRIANT (12) y (13), aunque ampliados en ciertos aspectos, y otra parte métrica, no menos importante, en la que incluimos datos procedentes de los yacimientos españoles estudiados por nosotros, comparados con medidas procedentes de yacimientos españoles y europeos. Se podrá apreciar claramente que pese a la gran extensión de los cuadros de medidas, la comparación de tamaños no es siempre fácil ya que los datos



20 mm

Figura 1

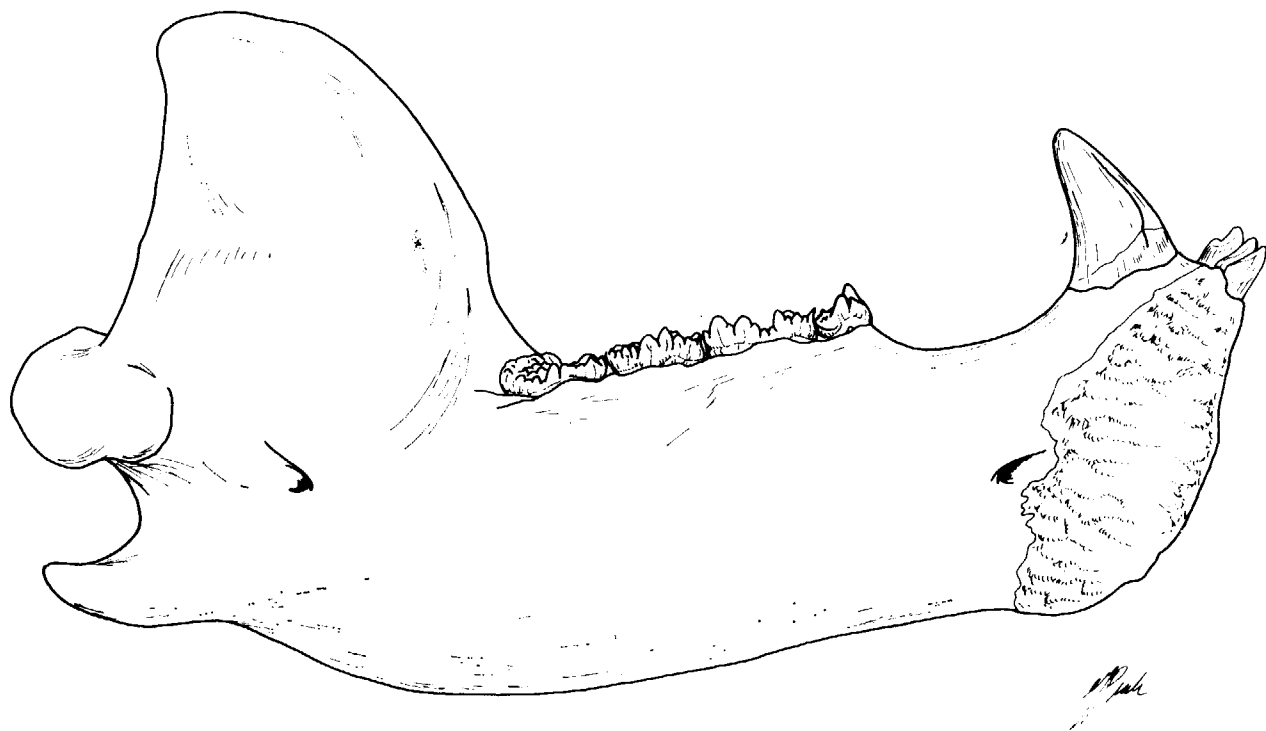
Mandíbula izquierda de U. spelaeus (cara externa)
Cueva de Reguerillo



20 mm

Figura 3

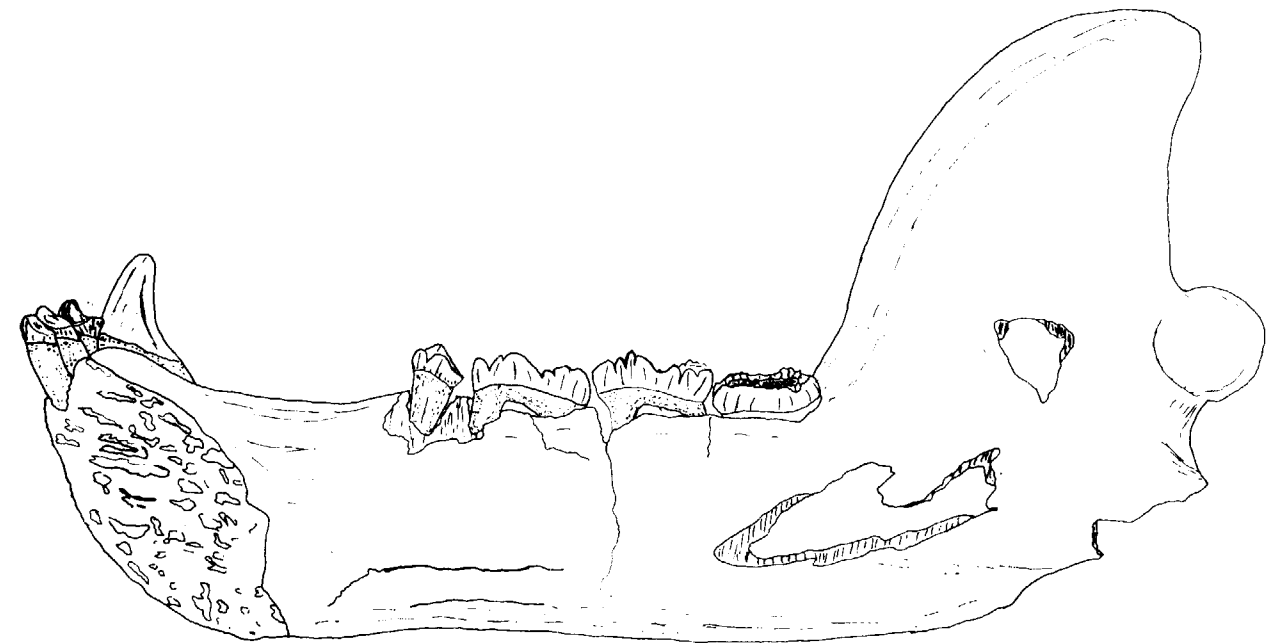
Mandíbula derecha de U. deningeri (cara externa)
Cueva Mayor



20 mm

Figura 2

Mandíbula izquierda de U. spelaeus (cara interna)
Cueva de Reguerillo



20 mm

Figura 4

Mandíbula derecha de U. deningeri (cara interna)
Cueva Mayor

procedentes de otros autores presentan numerosas lagunas, tanto en las medidas en sí, como en los parámetros estadísticos que en forma obligada deberían de acompañarles: Número de datos, promedio, desviación típica y recorrido (N, M. σ , Vi-Vs).

Sería altamente deseable, que en el futuro, se llegase a una uniformización tanto en lo que se refiere a las medidas a realizar como en la manera de expresarlas, ya que en vez de monótonos cuadros en los que indican minuciosamente una a una las medidas de una serie de piezas, serían más expresivos los cuadros sintéticos en que sólo figurasen los parámetros estadísticos de una serie de medidas normalizadas.

2. PROCEDENCIA DEL MATERIAL ESTUDIADO

2.1. URSUS SPELAEUS, ROS-HEIN (figs. 1 y 2).

Cueva del Reguerillo (Torrelaguna-Madrid) Excavación Torres, 1972-73-74.

Cueva de Arrikruz (Oñate-Guipúzcoa) Excavación Torres, 1975.

Cueva del Toll (Mollá-Barcelona Colecciones Villalta y Thomas Casajuana.

2.2. URSUS DENINGERI, V. REICH (figs. 3, 4, 5 y 6).

Cueva Mayor (Atapuerca-Burgos) Excavación Torres, 1976.

Cueva de Santa Isabel. Colección Villalta.

2.3. URSUS ARCTOS (figs. 7 y 8).

Troskaeta-ko-kobea. Colección del Instituto Provincial de Paleontología de Sabadell.

Putxerri (Aralar-Guipúzcoa). Colección Villalta.

Cueva del Saldarrañao (El Somo-Burgos) material cedido por el Servicio de Investigaciones Espeleológicas de la Excm. Diputación Provincial de Burgos y Excavación Puch-Torres, 1977.

Material de oso pardo actual de Picos de Europa, Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.

Queremos hacer constar nuestro agradecimiento al doctor Crusafons Pairó que nos permitió el estudio de los materiales existentes en el Instituto Provincial de Paleontología de Sabadell.

Al Doctor Villalta Comela Profesor de Investigación de C.S.I.C. que nos dio acceso a su colección de vertebrados.

Al señor Thomas Casajuana, espeleólogo y gran aficionado a la paleontología que puso a nuestra disposición su gran colección de *U. spelaeus* procedente de la Cueva del Toll.

Al Director del Museo Nacional de Ciencias Naturales Doctor Ortiz y a D. J. M. Rey que nos facilitaron material de comparación.

Al Servicio de Espeleología de la Excelentísima Diputación Provincial de Burgos, sin cuya ayuda la excavación de Cueva Mayor y la recogida de restos de Saldarrañao hubiera sido imposible.

A los grupos espeleológicos: Aobña Mendi de Oñate (Guipúzcoa) que nos auxilió en la excavación de la Cueva de Arrikruz, Niphargus y Gacela de Burgos que han colaborado y facilitado material de cuevas de la provincia de Burgos.

3. CARACTERES ANATOMICOS DE LAS MANDIBULAS (fig. 9).

3.1. INSERCIONES MUSCULARES.

3.1.1. Cara externa.

3.1.1.1. Fosa masetéica (fig. 10).

En el *U. spelaeus*: Ancha, poco profunda y de perfil plano excepto en las proximidades de la *crista coronoidea* donde se levanta.

En el *Ursus deningeri* es ancha, muy profunda, proporcionalmente tanto o más que el *U. arctos*, y de perfil cóncavo.

En el *U. arctos* (Saldarrañao), ancha, profunda, de perfil plano cóncavo, elevándose suavemente en las cercanías de la *crista coronoidea* y de la *incisura semilunaris superior* (escotadura sigmodea).

3.1.2. Cara interna.

3.1.2.1. Inserción del temporal: Poco diferenciada, aunque en el *U. spelaeus* es algo diferente a las del *U. deningeri* y *U. arctos* debido a la diferente morfología del *ramus ascendens*.

3.1.2.2. Inserción del pterigoide lateral, muy marcadas en el *U. spelaeus*, algo menos en el *U. deningeri* y menos en el *U. arctos*.

3.1.2.3. Inserción del pterigoide mediano (fig. 11).

En el *U. spelaeus*, ancha larga, con relieve mediano sin destacarse netamente del borde inferior de la rama horizontal de la mandíbula.

En el *U. deningeri*, más ancha que en el *U. spelaeus* y con mayor relieve, aunque tampoco sin

destacarse del borde inferior de la rama horizontal de la mandíbula.

En el *U. arctos* es estrecha y corta, produciéndose un saliente en su parte posterior que destaca claramente del borde inferior de la rama horizontal de la mandíbula.

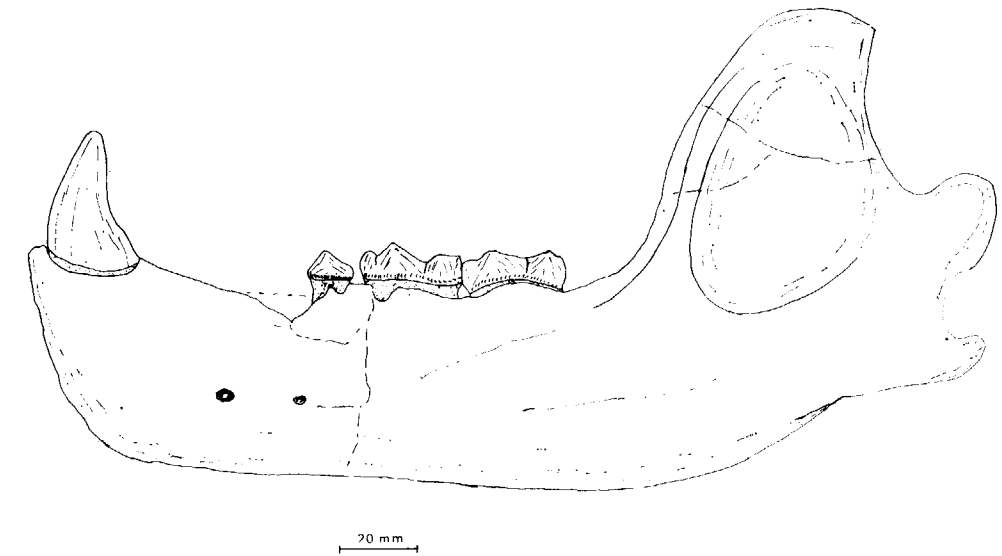


Figura 5

Mandíbula izquierda de *U. deningeri* (cara externa)
Cueva de Santa Isabel

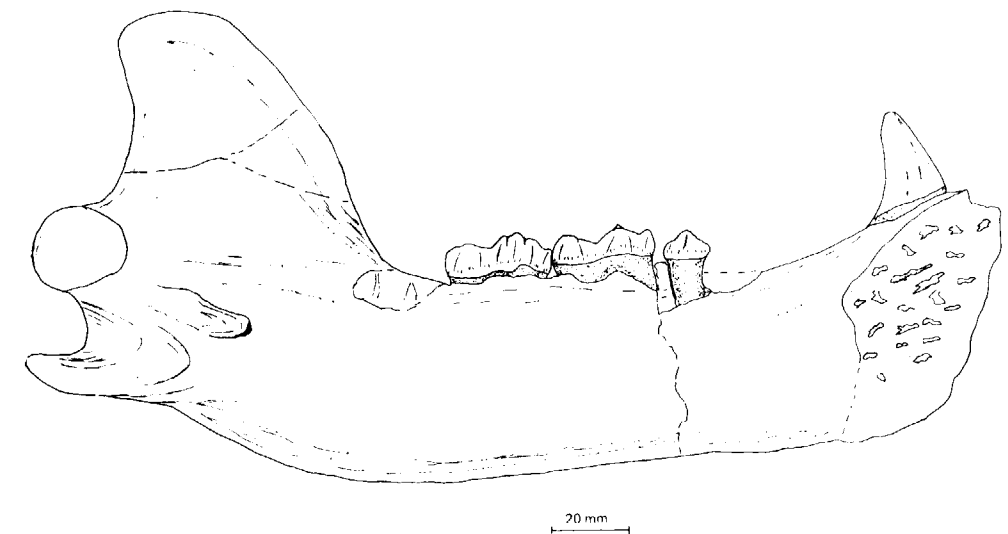


Figura 6

Mandíbula izquierda de *U. deningeri* (cara interna)
Cueva de Santa Isabel

3.2. SÍNFISIS.

La importancia de la superficie sutural sinfisaria, en relación con la longitud mandibular, es en sentido decreciente como sigue: *U. spelaeus*-*U. deningeri*-*U. arctos*.

Mientras que la *crista coronoidea* en el *U. deningeri* y *U. arctos* sigue una línea cóncava suavemente tendida hacia atrás (más en el *U. deningeri* que en el *U. arctos*), enlazando insensiblemente con el *processus coronoideus*, en el *U. spelaeus* puede definirse como una línea quebrada, subvertical en su primera

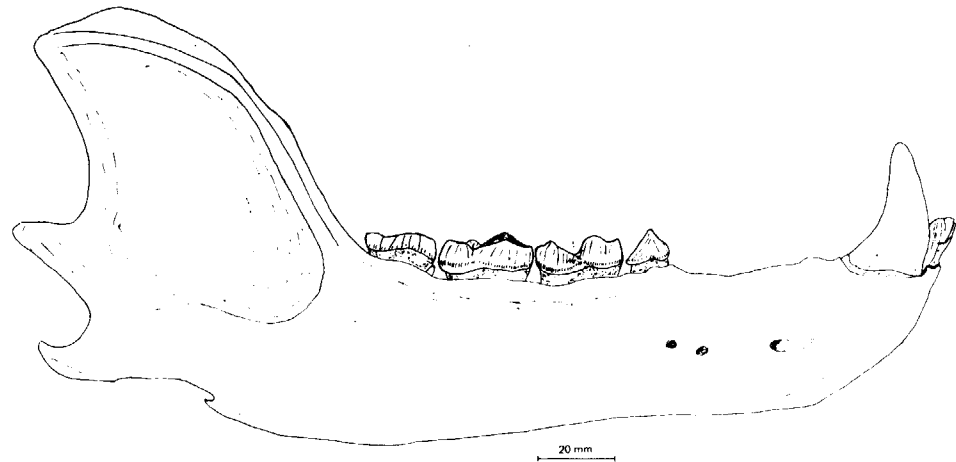


Figura 7
Mandíbula derecha de *U. arctos* (cara externa)
Cueva de Saldarrañao

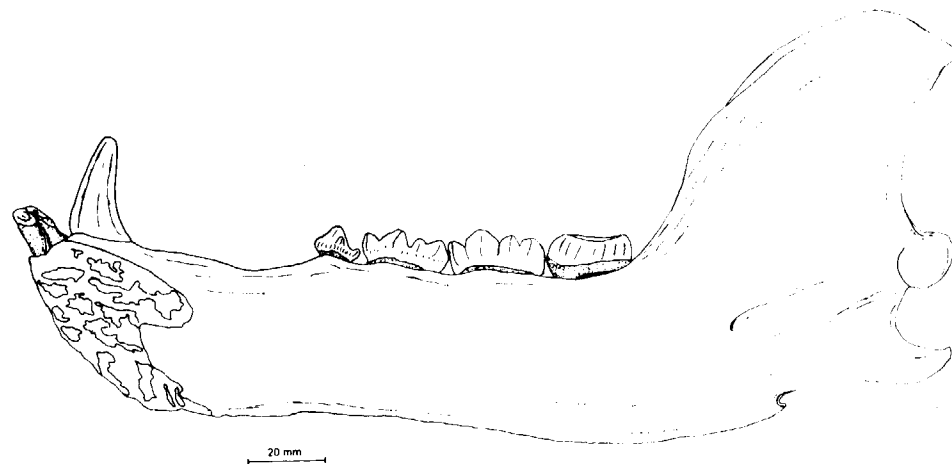


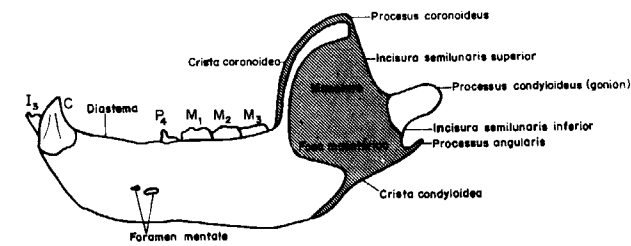
Figura 8
Mandíbula derecha de *U. arctos* (cara interna)
Cueva de Saldarrañao

3.3. RAMA ASCENDENTE DE LA MANDÍBULA.

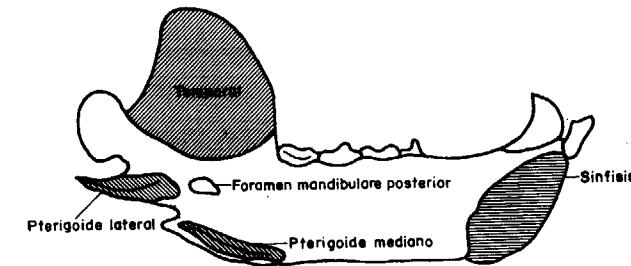
La diferencia entre la morfología de la rama ascendente de la mandíbula del *U. spelaeus* y del *U. deningeri* y *U. arctos* es muy notable.

mitad e inclinada hacia atrás, en el resto, hasta enlazar con el *processus coronoideus* que está más desarrollado que en las otras dos especies.

El perfil de la *incisura semilunaris superior*, también es diferente, ya que mientras en el *U. denin-*



Mandíbula. Cara externa



Mandíbula. Cara interna

Figura 9

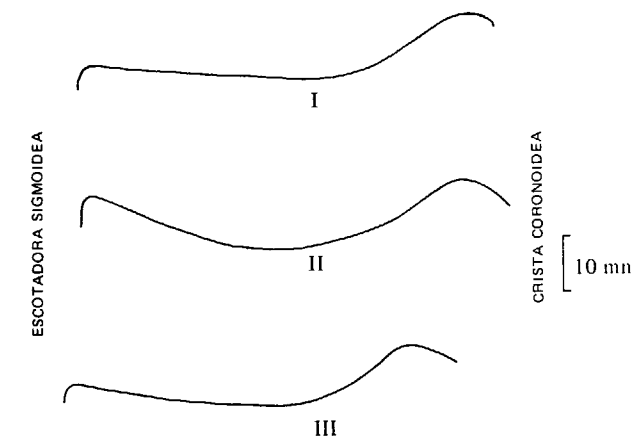


Figura 10

- I. *U. spelaeus* C. del Reguerillo (macho subadulto)
- II. *U. deningeri* C. Mayor (hembra adulta)
- III. *U. arctos* C. de Saldarrañao (hembra adulta)

geri y *U. arctos* es, respectivamente, suave cóncava y decididamente cóncava, en el *U. spelaeus* es prácticamente subrectilínea (inclinada en el sentido cóndilo-dental), enlazando abruptamente con el *processus coronoideus*.

3.4. CÓNDILO MANDIBULAR (fig. 12).

En el *U. spelaeus*, aunque algo cónico en su lado externo puede considerarse como subcilíndrico en

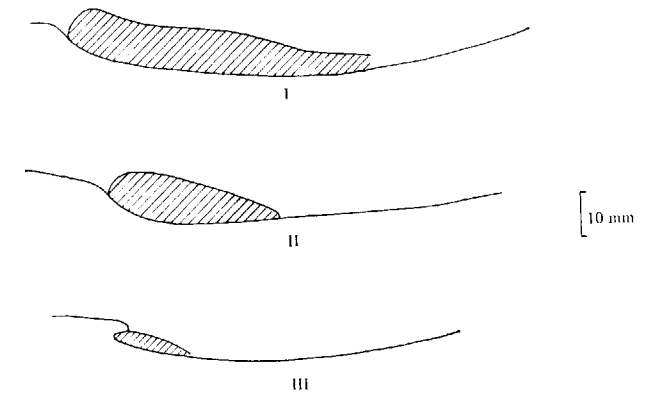


Figura 11

- I. *U. spelaeus* C. del Reguerillo (macho adulto)
- II. *U. deningeri* C. Mayor (hembra adulta joven)
- III. *U. arctos* C. de Saldarrañao (hembra adulta)

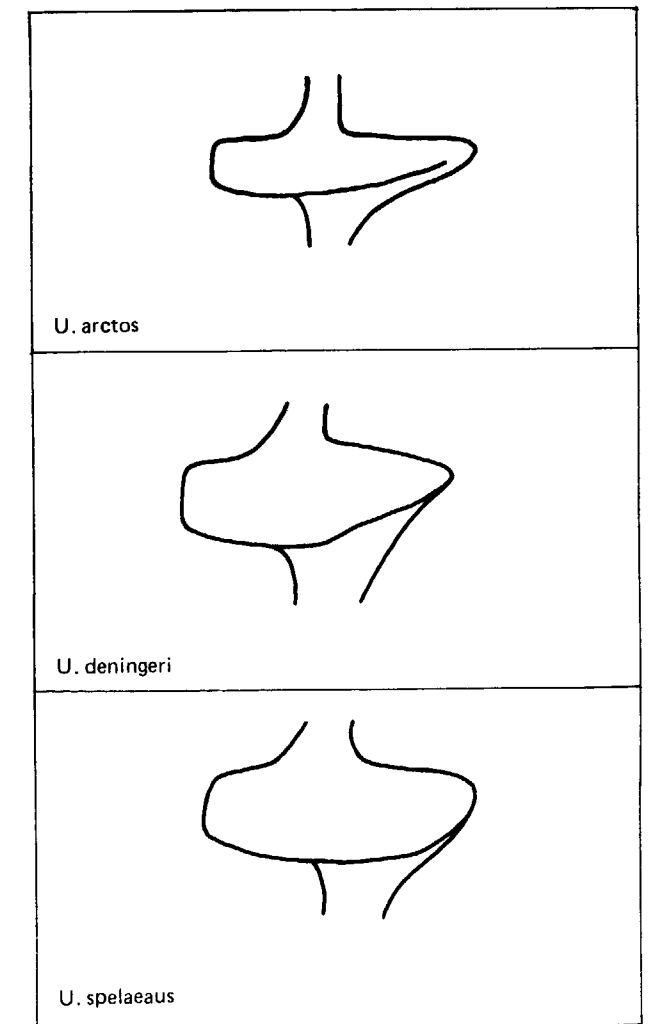


Figura 12
Perfiles del cóndilo mandibular

el resto de la zona articular, con los extremos ahusados suavemente.

En el *U. arctos* es cónico en los dos tercios de su longitud.

proporcionalmente mayor en el *U. spelaeus* que en el *U. deningeri* y en éste mayor que en el *U. arctos*, como luego indicaremos mediante el índice condilar, definido por M. FRIANT.



Figura 13

Series premolares y molares inferiores (mandíbula derecha)
 Arriba: *Ursus spelaeus* R. H., macho joven, Cueva del Reguerillo (L: 117,4 mm)
 Centro: *Ursus deningeri* v. R., hembra joven, Cueva Mayor (L: 95,6 mm)
 Abajo: *Ursus arctos* L., hembra adulta, Cueva de Saldarrañao (L: 78,1 mm)

En el *U. deningeri* la zona cónica viene a ocupar la mitad de la superficie articular o algo menos, y posee extremos ahusados suavemente.

En cuanto a la altura del cóndilo mandibular es

3.5. DENTICIÓN (fig. 13).

Las diferencias métricas y morfológicas de las denticiones de las tres especies cuyo estudio nos ocupa, son verdaderamente importantes. Por ello y

el resto de la zona articular, con los extremos ahuesados suavemente.

En el *U. arctos* es cónico en los dos tercios de su longitud.

proporcionalmente mayor en el *U. spelaeus* que en el *U. deningeri* y en éste mayor que en el *U. arctos*, como luego indicaremos mediante el índice condilar, definido por M. FRIANT.



Figura 13

Series premolares y molares inferiores (mandíbula derecha)
Arriba: *Ursus spelaeus* R. H., macho joven, Cueva del Reguerillo (L: 117,4 mm)
Centro: *Ursus deningeri* v. R., hembra joven, Cueva Mayor (L: 95,6 mm)
Abajo: *Ursus arctos* L., hembra adulta, Cueva de Saldarrañao (L: 78,1 mm)

En el *U. deningeri* la zona cónica viene a ocupar la mitad de la superficie articular o algo menos, y posee extremos ahuesados suavemente.

En cuanto a la altura del cóndilo mandibular es

3.5. DENTICIÓN (fig. 13).

Las diferencias métricas y morfológicas de las denticiones de las tres especies cuyo estudio nos ocupa, son verdaderamente importantes. Por ello y

con el fin de no extender excesivamente este trabajo, serán tratadas en forma extensa en una publicación posterior. Ahora nos limitaremos simplemente a referirnos a unos caracteres generales, relativos a premolares y molares debido a la pequeña significación morfológica de incisivos y caninos.

Premolares.

En el *U. spelaeus*, suelen faltar los tres premolares anteriores. No obstante, en raras ocasiones, hemos observado alvéolos vestigiales en la zona del P_1 , aunque pudiera tratarse de restos de alvéolos correspondientes a la dentición de leche.

En dos de las tres mandíbulas de *U. deningeri* de Cueva Mayor, se aprecian alvéolos y raíz del P_3 y en otra alvéolos del P_1 y P_2 .

En el *U. arctos* el P_3 falta, estando presentes aunque no siempre P_1 y P_2 (diente sólo alvéolo). En los osos del País Vasco, descritos por Altura, suele existir el P_1 y faltar a veces el P_3 , en los osos pardos de Saldarrañao falta casi siempre el P_3 .

Molares.

En cuanto al resto de la serie dentaria, puede decirse que en el *U. spelaeus* es mucho más larga y robusta que en el *U. arctos*, estando situados en un punto intermedio los valores correspondientes al *U. deningeri*.

Igualmente ocurre con su morfología: En el *U. arctos* las cúspides dentarias son simples agudas y con aristas relativamente cortantes.

En el *U. spelaeus*, se ha producido un fenómeno verdaderamente importante, que dan lugar a la aparición de una serie de cúspulas accesorias que complican brutalmente la morfología sectorial primitiva, pasando a tener una morfología tubérculo-sectorial, en la que las cúspides presentan terminaciones romas y aristas poco cortantes.

Respecto al *U. deningeri*, puede afirmarse que se encuentra mucho más cerca del *U. spelaeus* que del *U. arctos*, aunque su morfología dental, considerada como promedio de la observada en un número apreciable de ejemplares, es sutilmente más sencilla que la correspondiente al *U. spelaeus*.

Las observaciones de piezas aisladas, son siempre peligrosas y suelen inducir a error. No es raro que en yacimientos de los que han extraído gran número de piezas, se encuentren, debido a la gran plasticidad dentaria de este género, piezas de *U. deningeri* que sean "hiperespeloides", piezas correspondientes a *U. arctos* con caracteres espeloides y viceversa.

En algunas otras ocasiones, nos hemos sorprendido al encontrar piezas dentarias con caracteres arcaicos.

3.6. PERFIL MANDIBULAR.

Con el fin de poder comparar los perfiles mandibulares, definidos por una serie de puntos significativos figura 14 con independencia de variaciones debidas a la edad, sexo o robustez, además de las diferencias métricas que separan a las tres especies, decidimos referir la longitud cóndilo-sinfisaria a una dimensión patrón de 400 mm, idéntica para todas las mandíbulas, obteniéndose con ello las coordenadas relativas de los puntos.

Como origen de coordenadas se tomó el borde posterior del alvéolo del canino.

Como eje de abscisas la línea que pasa por el origen de coordenadas anteriormente definido y por el centro del cóndilo mandibular.

Como eje de ordenadas la perpendicular.

Se determinaron los siguientes puntos en el perfil lateral externo mandibular.

1. Sífnisis, en el punto más anterior de la región incisival.
2. Borde anterior de P_4 .
3. Borde posterior del M_2 .
4. Intersección de la proyección del punto (2) con el borde inferior de la mandíbula.
5. Intersección de la proyección del punto (3) con el borde inferior de la mandíbula.
6. Punto más retrasado del cóndilo mandibular.
7. Punto más interior de la *incisura semilunaris inferior*.
8. Punto más posterior del *proceso angularis*.
9. Punto más inferior del borde inferior de la rama horizontal de la mandíbula.
10. Punto más elevado del *proceso coronoi-deus*.

La eficacia de este método, queda claramente definida al comparar las figuras 15 y 16. En el primero de ellos, figura 15, aparecen los puntos mandibulares en sus dimensiones reales. Sobre todo en aquellos que corresponden a la Cueva del Reguerillo, donde abundan los animales muy jóvenes, se aprecia una fuerte dispersión de los puntos, los cuales se agrupan fuertemente al uniformizar la longitud cóndilo-sinfisaria, figura 16.

Si comparamos las figuras 16 y 17, podemos apreciar ciertas zonaciones en la distribución de algunos de los puntos de cada una de las especies

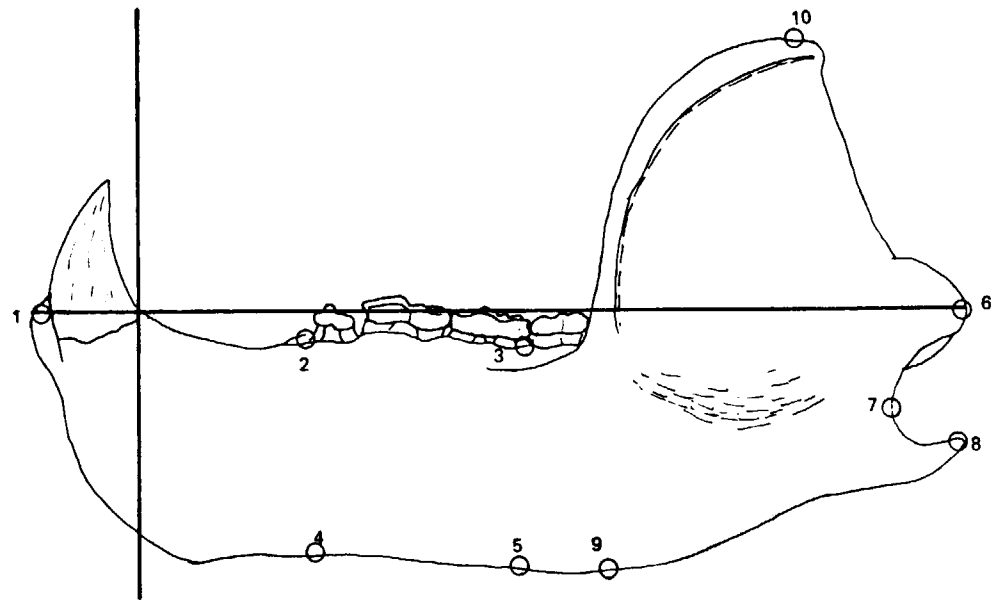


Figura 14

Puntos notables de la mandíbula y ejes de coordenadas

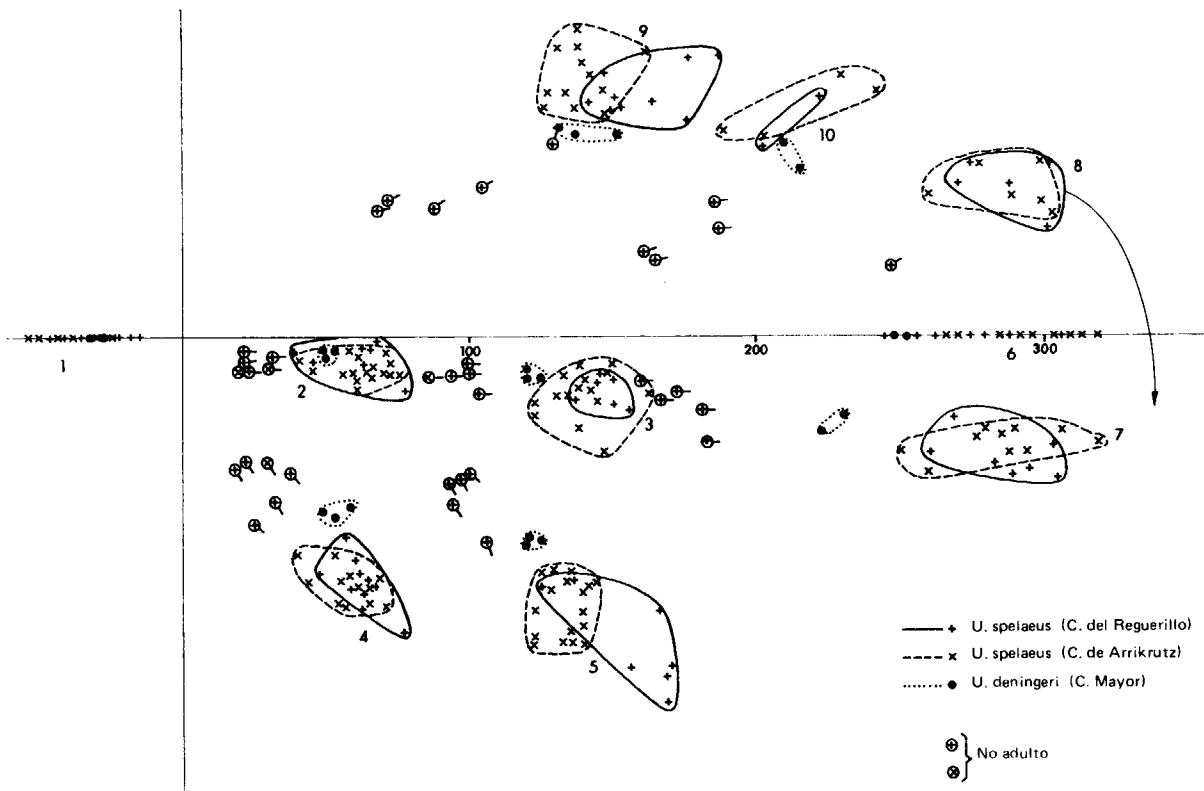


Figura 15

Puntos mandibulares notables
Coordenadas relativas

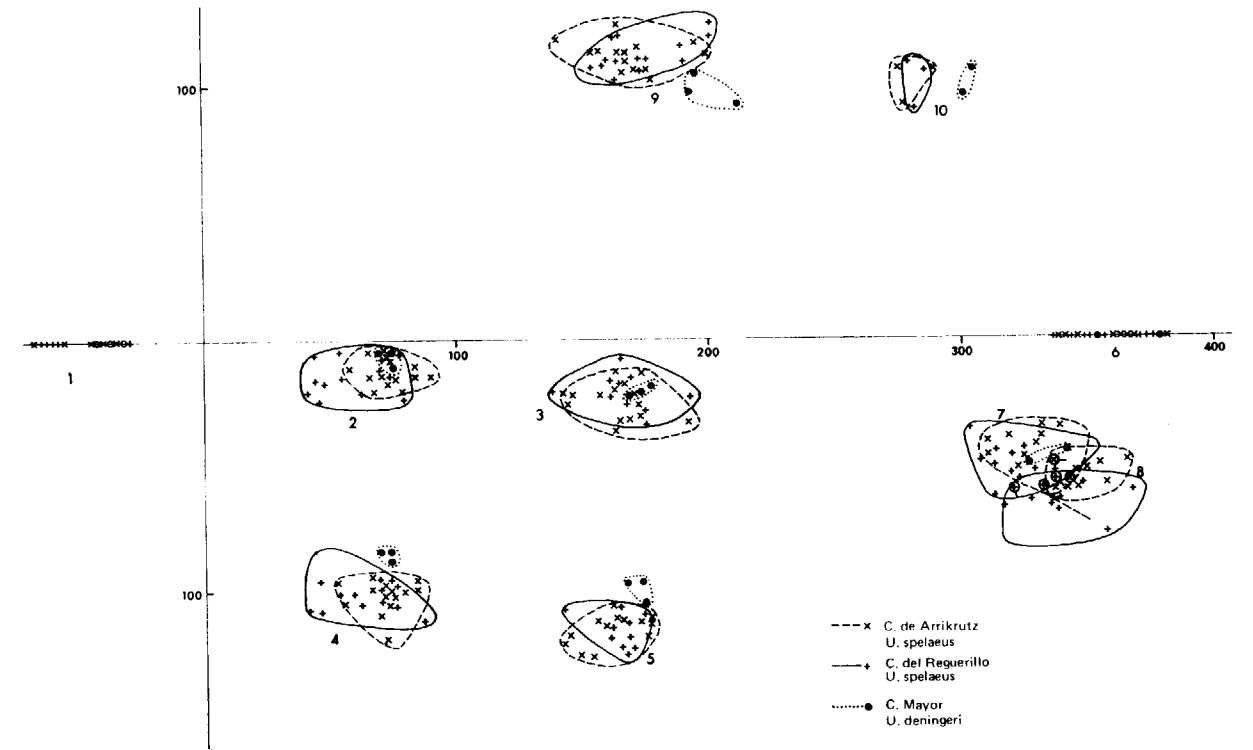


Figura 16

Puntos mandibulares notables
Coordenadas relativas

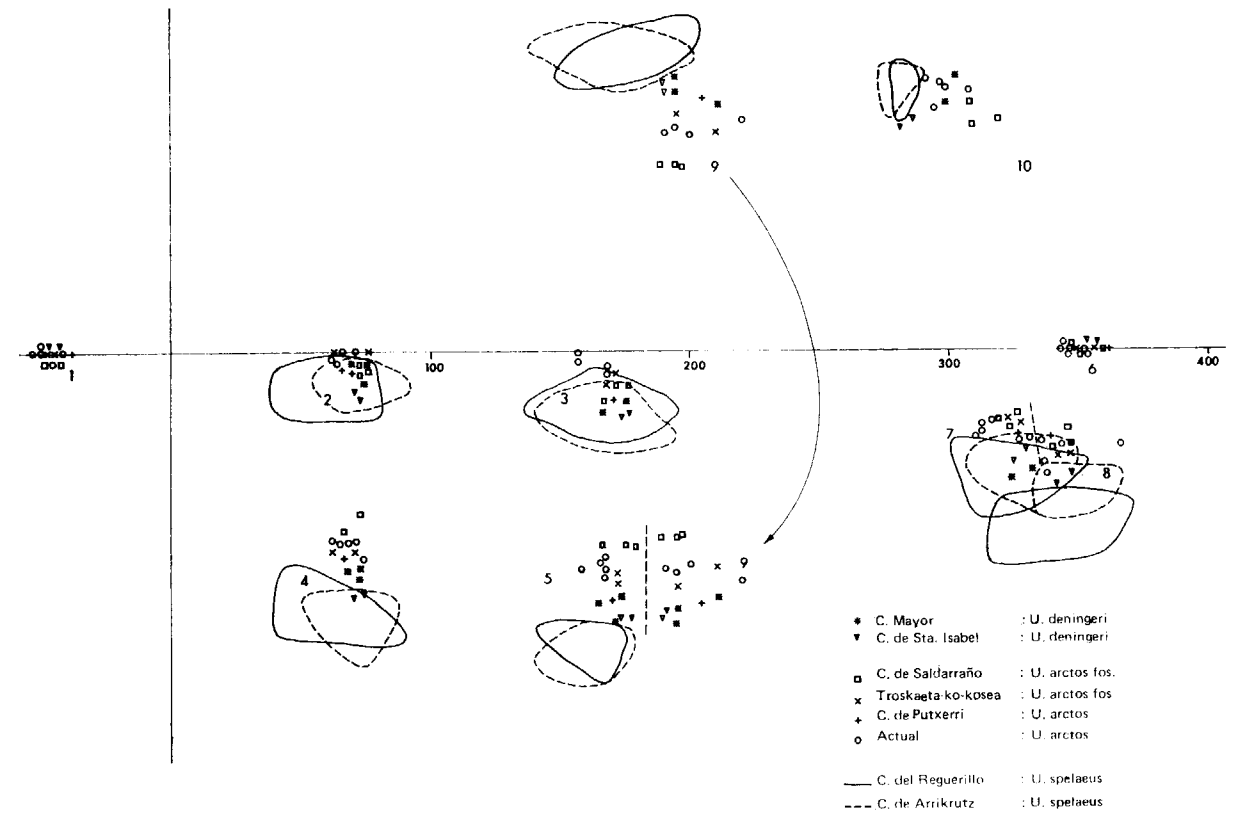


Figura 17

Puntos mandibulares notables
Coordenadas relativas

La altura mandibular relativa (robustez) puntos 4, 5 y 9) es un buen criterio para separar las tres especies, siendo el *U. spelaeus* el que la posee mayor, a continuación el *U. deningeri* y finalmente el *U. arctos*, destacando por su gran esbeltez el *U. arctos* de Saldarrañao (Burgos).

En la situación relativa del punto más alto del *processus coronioideus*, también existe una zonación parecida aunque no tan clara, ya que los puntos correspondientes al *U. deningeri* de Cueva Mayor no se separan de algunos de correspondientes a osos pardos actuales.

La posición del punto mandibular más inferior (9) también es significativa, ya que en el *U. spelaeus* viene a coincidir con la vertical de la parte posterior del M_2 confundiendo así con la correspondiente al borde inferior bajo el M_2 (5), habiendo sido preciso abatir los puntos sobre la zona positiva del eje de ordenadas. Por el contrario en el *U. arctos* el punto más inferior de la mandíbula (9), viene a situarse bajo el M_3 , no siendo preciso abatir la nube de puntos.

Finalmente puede apreciarse que los puntos indicativos del borde inferior del P_4 y del posterior del M_2 (2) y (3), del *U. arctos*, no se separan del eje de abscisas tan pronunciadamente como en el *U. deningeri* y *U. spelaeus*; en especial el borde anterior del P_4 (2), lo que quizá permitiría explicar la funcionalidad de esta pieza dentaria en el oso pardo, carácter que se ha perdido en las formas "espeleas": *U. deningeri* y *U. speleus*.

4. CARACTERES METRICOS DE LAS MANDIBULAS

4.1. SE HAN REALIZADO LAS SIGUIENTES MEDIDAS:

1. Longitud total (cóndilo-sínfisis).
2. Longitud desde el cóndilo a borde anterior del canino.
3. Longitud del diastema.
4. Altura mandibular en el P_4 (externa).
5. Altura mandibular en el M_1 (externa).
6. Altura mandibular en el M_3 (externa).
7. Grosor mandibular en $P_4 - M_1$.
8. Grosor mandibular en $M_2 - M_3$.
9. Distancia del borde anterior del canino al talónido del M_3 .

10. Longitud del premolar (P_4).
11. Longitud de molares.
12. Diámetro transversal del cóndilo.
13. Diámetro vertical del cóndilo.
14. Diámetro transversal del canino.
15. Altura del *ramus ascendentis*.
16. Longitud de premolar (P_4) y milares.

Los resultados de nuestras medidas, junto con las de otros autores, que en ocasiones hemos tenido que tratar para obtener los parámetros estadísticos que consideramos indispensables, figuran en las tablas 1 (*U. spelaeus*), 2 (*U. deningeri*), 3 (*U. arctos*).

Del estudio y comparación de estas tablas se deduce:

a) Una cierta uniformidad dentro de cada una de las especies, las pequeñas diferencias existentes entre los valores de diversas poblaciones, no pueden llegar a calibrarse debido a la falta sistemática de datos del número de individuos estudiados.

b) Dos grupos claramente definidos: la especie "espelea" en s. e.: *U. spelaeus* de caracteres extremadamente hipocarnívoros y la especie "etruscoidea": *U. arctos*, que todavía conserva ciertos caracteres carnívoros.

c) Entre los dos grupos anteriormente definidos, se sitúa una forma "espelea" en s. l. De este grupo de medidas, se separan llamativamente las del ejemplar procedente de la Cueva de Santa Isabel y de la cual sería importante obtener más material.

Los aparentes solapamientos existentes entre las medidas mínimas del *U. spelaeus* y las máximas del *U. arctos*, carecen de significación, ya que suelen coincidir con las correspondientes a las hembras de la primera especie y a los machos de la segunda. En general existe un dimorfismo sexual marcado, aunque sólo se produce una separación total de medidas en el valor del diámetro transversal del canino. De hecho al comparar valores medios, debería de hacerse con la población sexada, posible al menos en cráneos y mandíbulas, o al menos corregir los valores medios respecto a la desviación sobre el 50 por100 teórico del porcentaje de machos y hembras. De hecho, en las poblaciones de *U. spelaeus* de la C. del Reguerillo y en la de *U. deningeri* de C. Mayor existe un predominio de hembras sobre el porcentaje teórico, que posee significación estadística.

TABLA I
Medidas del *U. spelaeus* (I)

Cueva del Reguerillo	Cueva del Toll			Cueva de Arrikruz Altuna			Cueva Letzeikiki		C. Gardon Paulus 1945 in Bonifay		Mixnitz Zapfe		Märkenstein in Racovec		Drachenhöle in Racovec		Wildkirchli in Racovec		Repolust in Racovec	
	M	σ	N	M	σ	N	N	Vi - Vs	M	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs
1	306,4	27,88	12	314,4	15,35	4	318,7	30,6	10	270 - 359,6	306	290 - 350	276 - 353	374	287 - 317	361	230 - 313			
3	55	7,86	27	52,1	5,81	23	58	8,12	67	36,1 - 77,6			54 - 67	56,3 - 75,5	53,5 - 58	61 - 66	32 - 55			
4	73,0	5,40	25	64,8	82,7	67,2	71	5,98	48	57,7 - 81,5			68 - 82							
5	75,7	6,47	22	64,3	84	67,6	74	6,55	36	59,7 - 87,2					60 - 72	78,5 - 79				
6	80,1	6,87	18	66,2	94,3	72,1	79,5	7,55	31	67 - 93,4			56 - 85							
7	25,7	2,5	25	21,1	32,2	22,2	24,7	2,93	47	19,1 - 31,2										
8	35	4,46	21	26,2	40,2	28	30,4	4,07	54	22,7 - 40,0										
9	196,4	9,35	19	177,4	206	194,1	192,1	12,72	46	149,1 - 212,4										
10	16,6	1,15	16	15,0	18,7	14,9	16,04	2	13	14,6 - 22										
11	87,6	4,36	14	78,1	93,6	85,5	86,2	4,39	34	78,7 - 92,5			75 - 96							
12	68,7	9,32	15	58	93,1	67,7	68,3	12,59	19	50,5 - 96,7			60 - 87							
13	31,1	2,33	17	26	33,7	27,4	28,6	4,04	20	21,6 - 36,5										
14	22,2	1,56	18	18,9	24,6	20,5	21,8	2,42	59	16,1 - 24,7										
15	148,3	14,35	6	127,1	166,6	146,1	12,56	6	6	124,7 - 180			135 - 204							
16	106	3,6	18	97,8	113,3	99,9	103,5	6,19	44	83,8 - 113,7										

TABLA I
Medidas del U. spelaeus (2)

Mokritica Racovec		Barová Mušl		Pod Hradem Mušl			Potočka Racovec	Postanaki Racovec	Plešine Jarec Racovec	La Adam Terzee	Cultur Surpat Terzee	Ferice Terzee	Oncaga Terzee	Saltvari Terzee	Magra Sighistei Terzee	Valea Vighistei Terzee	Olesea Nordmann 1958-60 in Terzee		
M	σ	N	M	σ	N	M	σ	N	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs		
255	29,8	5				307,2	27,7	21	225 - 334	337	333,5	280 - 344,3		301 - 326	299	362 - 370	288 - 304	345	327 - 354
43,6	13,39	4	58,2	7,04	36	63,8	6,85	27	32,2 - 76,8		65 ca	48 - 65	51 - 68,7	36,3 - 66,9	48,4 - 66	47,5 - 71,7	37,5 - 58	48,3 - 75,8	57 - 70
56,7	9,14	7	63,3		3	60 - 67		3	51,2 - 77			56,6 - 76,1	69,5 - 80,6	56,9 - 64	52,7 - 60,8	75 - 79	59 - 66,2	56,5 - 72,7	65 - 78
61,7	12,32	8	67,3	6,8	24	71,5	10,27	4	54,2 - 80	80,4	83 ca		70,7 - 76	55,1 - 62,7	50,2 - 55,5	76,3 - 77	57,5 - 64,8	59,8 - 71	
												51,2 - 84	78,7 - 83,8	59,5 - 70	62,2 - 69,6	82,4 - 84,8	64,3 - 77	67 - 84,7	75 - 90
19,7	3,52	9	21,5	2,08	4	24,3	23,2		23,4 - 29,8	24,3	23,2		23,4 - 29,8	19,7 - 21	18,2 - 19,9	24 - 24,3	19,6 - 23,6	19 - 23,7	
									29,6 - 34,1				29,6 - 34,1	22,2 - 30,2	25,2 - 26	22,7 - 25,6	29 - 30,5	22 - 30	23,2 - 30
									189,7 - 199,7	166,8 - 192,4			189,7 - 199,7	166,8 - 192,4	168,8 - 180,5	172,2 - 177,9	207 - 213	169 - 176,6	162,4 - 185,4
99,3	4,65	6	93,2 - 106,2	104	3,8	4	100 - 109	105,8	3,09	34	97,7 - 111		96,4 - 108,5	93,2 - 102,3	95 - 130,4	96,6 - 102,5	108,3 - 110	98,4 - 103	95,1 - 102

TABLA 2
Medidas del U. deningeri, V. Reich

U. deningeri V.R. C. Mayor			U. deningeri V.R. C. Sta. Isabel			U. deningeri C. Letzeixixi Altuna			U. deningeri U. spelaeus C. Letzeixixi Altuna			U. deningeri hundshaimensis Hundshaim Zapfe			U. deningeri Mosbach Zapfe				
M	σ	N	Vi - Vs	M	σ	N	Vi - Vs	M	σ	N	Vi - Vs	M	σ	N	Vi - Vs	M	σ	N	Vi - Vs
1	282	3	276,6-283,1	2	243,5-247,1	2	254-260,5	300,3	13,45	9	268-312,5	281	22,8	12	227 - 314				
2	276,8	3	273,7-279,4		234 - 235,3														
3	53,4	3	51,3-54,6	2	42,2-43,2											51	8,93	19	30 - 65
4	56,3	3	52,2-59,9	2	48,8-50,3											54,5	4,87	23	66 - 45,5
5	56	3	52,3-63	8	47,7-51,3	3	56,5 - 60	68,3	6,98	10	58,5-77,1								
6	58,7	4	52,6-66	2	54,3														
7	19,7	3	18,7-20,7	2	17,4-18,0														
8	26,4	3	25,4-28	2	23,3-24,0														
9	17,2	3	165,3-175	2	151 - 154	2	160,5-161,5	175,7	9,28	12	162,5-191,2								
10	13,8	3	12,7-15,8	2	11,6-12,6														
11	79,3	3	75,8-81,4	2	74,8-75,5	2	74,5-77	82,0	3,24	4	78,5-85	80	5,55	19	73,5-96				
12	54,5	15	45,5-72,4	2	43,4-45	2	54 - 56	72,4	8,72	4	63,1-83,5	55,7	5,09	8	48,5 - 62				
13	24,1	28	20,5-35,3	1	23,8														
14	14,3	3	14 - 14,4																
15		2	119 - 125	2	99,7-99,8			129,1	8,67	5	122 - 143	143	16,49	6	125 - 144				
16	94,7	3	90,2-98,5			2	85 - 91,5	103,9	5,74	11	92,5-110,5								

TABLA 3
Medidas del U. arctos, Lin (1)

U. a. lartetianus N. de Africa Arambourg	U. arctos (fos) Saldarrainaco (Burgos)			U. arctos (fos) País Vasco Altuna ♀			U. arctos (fos) País Vasco Altuna ♂			U. arctos (fos) Umgebung Hille Bad Aues Ehrenberg			U. arctos (fos) Predmosti Musil			U. arctos (fos) Stalenmark Frauenloch Mortl		U. arctos (fos) Stalenmark Repoluit Mortl		U. arctos (fos) Taubach Rode		U. a. faicherblinis N. de Africa Bourygnct						
	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	
1	229,3	3	229,3-230	202,7	4	194-212	2	243-259		249	3	229-268	260-270	250	262-295	240,5	3,32	4	237-245									
2		223	3	222-224																								
3	41,4	39,3	3	35,2-43,2																								
4	54,2	40,5	3	35,7-48						56	5	47,5-66,7	53-56,5	54	45-54													
5	54,2	38,6	3	36-43,3	38,6	4	35-41,5	2	48-49																			
6	56,2	45,1	3	44-46,3						52,7	2	46-54,5																
7	18,7	13	3	12,7-13,3					1	38																		
8	24,0	17,4	3	16,6-18					1	36																		
9	151,2	-	2	138,5-142,7	127,7	4	125-129	2	146-150																			
10	12,6	-	2	10,9-12,4		2	11,6-12,5	2	12,1-13																			
11	70,5	-	2	65,9-68,7	64,3	4	58-67	2	65,5-71																			
13	14,2	3	14-14,3	14,4	4	13-15,3	17,4	3	16,3-18,2																			
14	16,7	12,9	3	12,1-14,4																								
15		92,9	3	91,6-93,8	85	3	79-90	2	113-118																			
16	84	-	2	78,6-80,8	74,7	5	72,5-78	2	74-89	1	98	95,5	4	92,2-101,3														
12		47,9	3	47,2-48,8	40,5		37-43,5	65,6	3	62-72																		

TABLA 3
Medidas del U. arctos, Lin (2)

U. a. lartetianus N. de Africa Arambourg	U. arctos (fos) Chokoutian (China) Pei			U. arctos (subfos.) Suecia Zachrisson-Iregreen			U. arctos (actual) Picos de Europa ♀			U. arctos (actual) Picos de Europa ♂			U. arctos (actual) Pirineos Couturier ♀			U. arctos (actual) Pirineos Couturier ♂			U. arctos (actual) Rumania Terzea						
	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs	M	N	Vi-Vs
1	260	267	2	265-270	224,4	6,05	12	216-234	2	216-229,8	2	240,7-246	199,4	4,8	7	194-205	217,2	11,2	6	194-233	228-256				
					216,4	10,4	4		2	211,4-224,3	2	226-239	126	5,8	5	119-132									
					32,8	5,4	14		2	38,2-40,8	2	40,4-45,4	24,6	6,3	7	15-34	25,3	7,2	7	17-39					
		53,7	3	52,6-54,5					2	40,7-44,7	2	50,7-55,2													
					39,8	4,7	11	30,5-46	2	40-42,5	2	45,6-53,4													
					40	6,6	10	30-46	2	42,3-49,4	2	45,3-58,1	37,8	2,3	6	35-42	44	4	6	37-38	46-52				
									2	13-15,2	2	12,2-18													
									2	13,8-19,5	2	17,2-20													
									2	125,2-137,2	2	143-150,3													
									2	9,5-10,8	1	11,8													
					65,7	3,45	15	62-72,5	1	55	1	65,3													
1	51				47,2	3,15	9	42,5-51	2	13,2-16,8	2	16,5-18,9													
									2	13,3-14,4	2	13,7-16,3													
1	59				81,8	10,1	8	79,5-92	2	87,6-95	2	92,3-100,8	84,6	4,9	6	80-94	94	6	6	85-101	91-160				
									1	65	1	77	72	4,1	6	69-80	73,7	1,0	6	73-75	79				
									2	40,7-55,1	2	52,2-55,8	41,3	2,3	6	39-45	45	5,5	6	38-52					

TABLA 3

Medidas del *U. arctos*, Lin (3)

U. arctos (actual) Suecia Zachrisson-Iregren Jämtlond				U. arctos (actual) Suecia Zachrisson-Iregren Norrbotten				U. arctos (actual) Suecia Zachrisson-Iregren Västerboften				J. a. piscator Kamtschatka Zapfe	U. arctos (actual) Europa Zapfe
M	σ	N	Vi - Vs	M	σ	N	Vi - Vs	M	σ	N	Vi - Vs	Vi - Vs	Vi - Vs
216,1	17,7	16	198 - 251	204,5	13,5	24	189 - 234	219,1	16,3	7	200 - 240	222 - 281	208 - 214
												33 - 45	30 - 44
												45 - 61	39 - 59
												44,5 - 61	37 - 54
												64 - 75	61 - 72
												114 - 147	103 - 142
71,9	4,00	16	67,5-78,5	72,7	6,3		54 - 82	74,9	4,49		68,5 - 81		
												48 - 65	

4.2. INDICE CONDILAR.

M. Friant propone el empleo de un índice condilar (Diámetro transversal $\times 100$ /altura) que permite separar las formas arctoideas de las espeleas.

En la tabla 4 figuran los valores obtenidos en las poblaciones estudiadas por nosotros.

Se observa claramente que los valores medios del

U. spelaeus, y *U. deningeri* se separan fuertemente de los correspondientes al *U. arctos*.

Los valores correspondientes al *U. deningeri* se integran plenamente entre los correspondientes al *U. spelaeus*, llegando a superarlo llamativamente en la forma de la C. de Santa Isabel.

Existe un levísimo solapamiento entre algunos valores mínimos de *U. spelaeus* y del *U. arctos*, que carece de significación estadística.

5. CONCLUSIONES

Los datos anteriormente expuestos se pueden resumir en la forma siguiente:

La mandíbula del *Ursus arctos*, posee, en general, tamaños medios. Sus rasgos generales nos indican la pervivencia de unos caracteres carnívoros desde su antecesor el *Drepanodon (Ursus) etruscus*, CUVIER: Dientes con marcado carácter punzante y cortante (a excepción del M_3). Mandíbula muy estilizada en su parte horizontal y con el *ramus ascendentis* con una fuerte vergencia hacia atrás. Cóndilo mandibular muy estrecho y de forma cónica

tes. Cóndilo mandibular subcilíndrico con terminaciones ahusadas, permitiendo movimientos laterales importantes de la mandíbula, como lo atestigua el tipo plano de desgaste dentario. Las inserciones de los músculos que mueven verticalmente la mandíbula con efecto de cizalladura (fosa masetérica) se hacen menos acusadas aumentando la importancia de las inserciones de los músculos que permiten movimientos laterales (pterigoideos).

La mandíbula del *U. deningeri* presenta unos caracteres métricos s. l. que podrían denominarse como "intermedios" aunque más cercanos a los del *U. spelaeus*, ya que posee un tamaño intermedio a

TABLA 4

Índice condilar (Diámetro vertical/Diámetro transversal en %)

		M	σ	N	Vi - Vs
Ursus arctos, L.	Picos de Europa	33,2	2,82	10	29,6 - 38,1
	Cueva de Saldarrañao	29,8		3	29,0 - 30,3
Ursus deningeri, v.R.	Cueva de Santa Isabel			1	54,3
	Cueva Mayor	45,4	5,50	16	38,7 - 49,5
Ursus spelaeus, R.H.	Cueva del Reguerillo	47,3	4,98	14	37,2 - 53,8
	Cueva de Arrikruz	42,8	5,30	19	36,5 - 51,9
	Cueva del Toll	40,7	3,73	6	39,8 - 46,6

que sólo permite movimientos verticales de cizalladura. Las inserciones relativas a los músculos que mueven verticalmente la mandíbula están muy desarrolladas (masetero), por el contrario lo están poco las que permiten movimientos laterales de la mandíbula (pterigoideos).

Por el contrario, la mandíbula del *U. spelaeus* presenta una marcada tendencia hacia el gigantismo siendo la de mayor robustez de las tres especies estudiadas. Dientes con pérdida de carácter cortante, que adaptan una morfología hipocarnívora más apropiada para una trituración del alimento. La mandíbula se hace muy robusta en su porción horizontal, cambiando radicalmente la forma del *ramus ascendentis*, que en sus bordes anterior y posterior (*crista coronoidea-incisura semilunaris superior*) se hace subvertical, morfología muy posiblemente ligada al perfil en escalón del frontal y al hundimiento de la glabella en el cráneo, con las implicaciones biomecánicas correspondien-

ambas especies. Los dientes poseen ya un marcado carácter hipocarnívoro aunque menos que en el *U. spelaeus*. La mandíbula, en su parte horizontal, tiene a la robustez superando a la del *U. arctos*, pero sin alcanzar la del *U. spelaeus*. El *ramus ascendentis* todavía se presenta con una fuerte vergencia hacia atrás, sin adoptar la forma subvertical del *U. spelaeus*. Igualmente el cráneo de esta especie no posee el escalón frontal ni hundimiento de la glabella. El cóndilo mandibular es ancho y posee una importante porción subcilíndrica y terminaciones ahusadas, lo que evidentemente le permite movimientos mandibulares laterales aunque no tan amplios como en el *U. spelaeus*. Las inserciones musculares correspondientes a músculos, que permiten movimientos verticales de cizalladura, conservan toda su importancia, pero simultáneamente ha comenzado a aumentar notablemente la de los que permiten movimientos laterales (pterigoideos).

BIBLIOGRAFIA

- (1) AGUIRRE, E.; BABAFE, J., y TORRES, T.: *Los fósiles humanos de Atapuerca (Burgos)*. Nota preliminar Zephyrus, XXVI-XXVII (489-511) (1976).
- (2) ALTUNA, J.: *La fauna de mamíferos de los yacimientos prehistóricos de Guipúzcoa*. Tesis Doctoral. Munible, vol. 24, fasc. 1-4, pp. 1-464 (1972).
- (3) ALTUNA, J.: *Hallazgos de oso pardo (Ursos arctos, Mammalia) en cuevas del País Vasco Munibe*, año XXV, núm. 2, pp. 121-170 (1973).
- (4) ARAMBOURG, C.: *Revisión des ours fossiles de l'Afrique du Nord*. Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, t. XXV (1933).
- (5) BONIFAY, M. F.: *Sur la valeur spécifique de l'Ursus praeartos de la grotte du Prince, Ligurie Italienne*. Bull. Mus. Anthr. Prehist. de Monaco, fascículo 9 (1962).
- (6) BONIFAY, M. F.: *Carnivores cuaternaries du SE de la France*. Mem. Mus. Nat. Hist. Nat. Serie C, t. XXI, fasc. 2 (1971).
- (7) COUTURIER, J.: *L'ours brun*. Grenoble (1953).
- (8) CRUSAFONT, M., TRUYOLS, J.: *Aplicación de un método de coordenadas deformadas al estudio del desgaste dentario*. Estudio Geológicos, t. XII (141-145) (1956).
- (9) EHEREMBERG, K.: *Holembarerreste aus der Lucsiashole*. XIII Ann. Mus. Hist. Nat. Hungarici (1955).
- (10) EHEREMBERG, K.: *Über hohlenbarer und Barenhole*. Ver. Zool. Bot. Ges., in Wien, Band., 95 (1955).
- (11) ERDBRINK, D. P.: *A review of fossil and recent bears*. Deventer Drukkerij - Jan de Lange. Amsterdam (1953).
- (12) FRIANT, M. F.: *Quelques caracteres de l'évolution de l'ours des cavernes*. Ann. Soc. Roy. de Belgique, fasc. 2, t. LXXXIII (1952).
- (13) FRIANT, M. F.: *L'ours des cavernes, Principaux caracteres anatomiques de sa mandibule*. Sond. aus der Mitteilungen der Naturforschenden, Gesell. in Bern. Neue Folge, 17 Band.
- (14) HELLER: *Funde und beobachtungen in Hohlen bei Schambuch*. Sonder. aus. Quartar Bd. 9 (1957).
- (15) HUTTER, E.: *Der hohlenbare von Merkenstein*. Ann. Nat. Hist. Mus. in Wien Bd. 60 (1954).
- (16) KOPY, F. Ed.: *Un squelette d'ours brun du Pleistocene Italien Verhan. der Naturfors. Ges. in Basel*, v. LVI.
- (17) KOPY, F. Ed.: *Un nouveau gisement d'Ursus deningeri*. Von Reich C. R. Soc. Pal. Suisse. Eclog. Geol. Helvet., v. 44-2 (1951).
- (18) KURTEN, B.: *The cave bear*. Scientific American, v. 226, núm. 3 (1972).
- (19) MALEZ, M.: *Paleontolosco istrazivanje pécine veterina*. Jugoslavenska Acad. Znanoste Iumjeinošte drp., 62, tst 280-295 (1957).
- (20) MALEZ, M.: *Priloy poznavanju pecinski medjeda Cijariji*. Istri. Geol. Vjesnik Zagreb 12, pp. 95-113 (1959).
- (21) MUSIL, R.: *Die Barenhole pod Hradem*. Anthopos Brna, 1965 (1956-58).
- (22) MUSIL, R.: *Der Hohlenbaren aus der Hôle Barová*. Acta Musei Moraviae, t. XLIX (1959).
- (23) RAKOVEC, T.: *The Cave bear from Mokrica Cave in the Savinja Alps Slovenska Akademija znanosti in umetnosti*. Raziel in privadoslone in Medizin. vede Ljbljana (1957).
- (24) TERZEA, E.: *Particularitati morfologice ale ursului de pesteră si raspindea sa pe teritoriul Romaniei*. Lcr. Inst. Spel. Emil Racovizta, t. V, pp. 195-231 (1966).
- (25) THENIUS, E. H.: *Zur kenntnis der fossilen braunbaren*. Sitz. Osterr. Akad. Wissench. Abt I, pp. 165-243 (1956).
- (26) TORRES, T.: *La Cueva del Reguerillo (Proyecto Fin de Carrera)*. Cat. de Paleontología. E. T. S. I. M. (1973).
- (27) TORRES, T.: *El oso de las cavernas de la Cueva del Reguerillo*. III Congreso Nacional de Espeleología (1974).
- (28) TORRES, T.: *El oso de las cavernas en el marco de los úrsidos cuaternarios* (1975).
- (29) TORRES, T.: *Comparación entre algunos aspectos ecológicos de dos poblaciones de oso de las cavernas* (1976).
- (30) TORRES, T.: *Los osos fósiles de la Sierra de Atapuerca* (en imprenta (1977)).
- (31) VIRET, J.: *Sur les ursides de Bruges (Gironde)*. C. R. Soc. Pal. Suisse. Eclog. Geol. Helvet, v. 4, núm. 2, pp. 356-360 (1947).
- (32) WAGNER, G.: *Die Barenhole von Erpfingen*. Verlag Hohlenholesche Buchhanlung F. Rau Uringen (1952).
- (33) ZAPPE, H.: *Die Altpliozänen Baren von Hundsheim in Nieder Osterreich Sonder. Jahrbuch*, 1946. dei geologis chem Bundesanstal 3-4 Heft (1946).

Recibido: Enero 1978.

Distribución de focos volcánicos y yacimientos en la banda pirítica de Huelva

Por F. RAMBAUD (*)

RESUMEN

Se relacionan una serie de focos volcánicos o áreas próximas a focos volcánicos, con alineaciones de satélite, encontrándose que existe una correlación en tres alineaciones ONO-ESE paralelas, en las que se sitúan 17 focos volcánicos, seis en la más septentrional que incluyen Río Tinto y San Miguel y cinco en la central, que incluye la Zarza y Aznalcollar y seis en la meridional que incluye Tharsis y Sotiel.

Existe otro control transversal NNE-SSO menos preciso.

Los yacimientos de Huelva de sulfuros y manganeso se sitúan alrededor de los citados focos volcánicos en posiciones próximas al foco, intermedias y distales. Generalmente los yacimientos de manganeso se sitúan en posiciones más alejadas del foco que los yacimientos piríticos.

Se revisa la síntesis propuesta por Routhier, P. y colaboradores (1976), de distribución en bandas NE-SO de yacimientos de sulfuros y manganeso. Se muestra la improbabilidad de tal distribución e invalidan parcialmente los criterios paleogeográficos que la soportan.

SUMMARY

Volcanic centers or areas close to them, are related to satellite lineaments in three parallel belts in WNW-ESE direction including seventeen volcanic centers: six in the northern lineament (Río Tinto-San Miguel-San Telmo), five in the central lineament passing through La Zarza-Aznalcollar mines and other six volcanic centers and mines in the southern lineament including the Tharsis volcanic centers groupment and Sotiel.

There is another less accurate NNE-SSW control of lineaments.

The sulphide and manganese ore bodies of the Huedirection, including seventeen volcanic centers: six in proximal, intermediate and distal positions. In general, the location of manganese deposits is more distant from the volcanic center than the sulphide ones.

The synthesis proposed by Routhier, P and coworkers 1976 on the distribution in NE-SW belts of the sulphide and manganese deposits of Huelva is revised. The paleogeographic criteria are partly invalidated by the author's observations.

INTRODUCCION

El geólogo económico pide con el máximo interés a la ciencia geológica y a la metalogenia criterios que le permitan discriminar entre áreas en las que los yacimientos que busca puedan estar con más probabilidad y definir áreas de probabilidades inferiores, o bien rigurosamente estériles.

(*) Subdirector de Investigación Minera de Unión Explosivos Río Tinto, S. A.

La metodología científica ha de ser lo suficientemente desapasionada e imparcial para no imponer a la técnica de proyección de yacimientos teorías, interpretaciones y síntesis, que puedan ser en buena parte erróneas.

En las grandes síntesis metalogénicas este riesgo de error, o al menos de verdad parcial, es muy elevado. Una provincia metalogénica suele ser más compleja de lo que generalmente se pretende y cualquier intento de síntesis o correlación de observa-

que, a pesar del plegamiento, podría esperarse en algunos casos que las coladas tuvieran una mayor continuidad transversal.

El concepto de foco volcánico que utilizaremos aquí es, por tanto, en el aspecto geométrico, una elipse fuertemente alargada en su eje mayor, conjunto de focos alineados, activos en distintos momentos, abierto uno y activo un determinado período, se suturarán debido a la elevada viscosidad de los magmas. Rompen a continuación en otra fisura desplazada cierta distancia. A estos mecanismos acompañan brechas, aglomerados, diques E-O. En la experiencia del autor, las formaciones secantes con componentes NS son escasísimas, por ello adoptamos un concepto de foco alargado, fisural en dirección N-60-70-O submarino de poca profundidad, y ocasionalmente subáreo. La presencia de volcanismo subáreo en algunos casos no implica que, a nuestro modo de ver, la mayor parte del volcanismo sea submarino y geosinclinal como ya pusimos de manifiesto en nuestro trabajo de 1963, RAMBAUD, F. (12).

2.1. OESTE DEL CABEZO DE GIBRALTAR.

La posible existencia de un foco volcánico en este área viene avalada por la presencia de importantes aglomerados al sur del arroyo de Trimpanchos en el Cabezo de Papatiros. Al este de los aglomerados se extienden unas extensas coladas ácidas que llegan a unirse con las del pretendido foco 2 Los Buitres.

Los yacimientos ligados a este foco de forma próxima son: Vuelta Falsa con un stockwork incipiente que fue desmustrado para cobre por la compañía de Río Tinto en 1962. Las masas menores ferrocobrizas de Nuestra Señora del Carmen a lo largo del Trimpanchos. Al Sur aparecen varios registros y minas; como Duquesa, de complejos y alta ley en plata y la mina San Fernando reseñadas por PINEDO, 1963. En posición alejada, a unos cinco kilómetros al SO, se sitúa el yacimiento portugués de San Domingos.

Más al sur de este foco se sitúan los indicios manganesíferos de Las Peñuelas.

La mina de piritita de los Silos se sitúa al E del Cabezo de Gibraltar, pudiera corresponder a este foco o al Cabezo de los Buitres.

2.2. CABEZO DE LOS BUITRES.

El foco volcánico es complejo y necesitaría una cartografía detallada ya que al norte también aparecen gruesos aglomerados y brechas en Cabezo Redondo y la serie volcánica, que puede ser posterior, denominada de Romanera.

Junto a brechas de explosión, se extienden al Este y Oeste potentes coladas de riolitas.

A este foco complejo correspondería en posición próxima, los yacimientos de Romanera, Mina del Cura, Los Angeles, y más distante, hacia el este, a tres kilómetros Sierrecilla.

En posición distal al sur, seis kilómetros, los yacimientos de Cabezos del Pastor y Herrerías, podrían ser originarios por este foco. Al norte los indicios de Peñuela y San José también pueden estar relacionados con el foco pretendido.

Los yacimientos de manganeso son varios, Matutera, Los Linos y algo más alejado, también al Este, siete kilómetros, la importante mina de silicatos de manganeso de El Toro.

3.3. LAGUNAZO.

Ha sido excelentemente descrito por STRAUS (20) y sus colaboradores, 1974 y por ROUTHIER y colaboradores, 1977. No entraremos en su discusión. El yacimiento de Lagunazo es próximo. Al NE los indicios de la Puerca y San Martín. Los yacimientos de manganeso son frecuentes.

2.4. CONJUNTO THARSIS.

También ha sido descrito por los equipos STRAUS, 1974 y ROUTHIER, 1977. El autor tiene un conocimiento muy somero de este área para entrar en mayores comentarios, uno de los más importantes de Huelva.

2.5. OESTE DE CERRO DE ANDÉVALO.

Ha sido propuesto por ROUTHIER y sus colaboradores, 1977. Se justifica por la presencia de dactilas con grandes cuarzos. Es asignado al volcanismo 1.

Los yacimientos más próximos son los de la Joya, al Norte, tres kilómetros, y la Rica y La Altísima, al Oeste (7-9 kilómetros). El yacimiento de La Lancha podría asimilarse a este foco, o al de más

al norte de San Telmo. Son frecuentes las explotaciones de manganeso.

2.6. ESTE DE SAN TELMO.

En la carretera a Valdelamusa son bien observables los aglomerados que pudieran indicar la cercanía de un foco volcánico. La cartografía 1:50.000 de los colaboradores de ROUTHIER, 1977 también los ponen de manifiesto.

Supuesto este, los yacimientos de San Telmo, El Carpio y Lomero-Poyatos están muy próximos (menos de tres kilómetros) y al sur del mismo, en el contacto con el carbonífero, existen frecuentes explotaciones de manganeso como Cicerón y Peña Rubia.

En posición más alejada, al sur, está La Lancha y al Este Sorpresa y Valdelamusa. Aguas Teñidas queda a mitad de camino al foco de San Miguel.

2.7. SAN MIGUEL.

Este área fue cartografiada en detalle por APPS, J., 1961 en su tesis. La frecuencia y extensión de los aglomerados, brechas de explosión, riolitas autobrechicas, fueron por primera vez señaladas y representadas a 1:2.500. No llegó este autor a señalar un foco en el área pero así lo dio a entender. Es indudable la presencia de un foco muy próximo y el mismo yacimiento de San Miguel, con sus azufrones piríticos a muro de la masa indican un cuello fumarólico. Esta tesis también es mantenida por ARNOLD, M; BERNARD, A. J, y SOLER, E., 1977 a partir de la composición isotópica de azufre (2).

Los yacimientos ligados a este volcán de forma distal serían al Oeste Cueva de la Mora, a seis kilómetros y Monterromero, a tres kilómetros. Al Este Angostura, quizá Concepción, El Soldado, San Plantón.

Aquí es necesario señalar que en este área aparecen frecuentes aglomerados que puedan o no corresponder a estructuras de explosión. En casos ciertos, determinadas lavas se aglomeran en su fluir dando estructuras fusiformes que nada tienen que ver con el foco, pudiéndose desarrollar a bastante distancia del mismo.

2.8. OESTE EL VILLAR.

Ha sido propuesto por ROUTHIER y colaboradores, 1977 como perteneciente al volcanismo 1'. La situación de las observaciones, un kilómetro al N de El Villar indica la proximidad de un foco, si no

el mismo. Otras observaciones sitúan otro foco más al oeste, a seis kilómetros, en el río Olivargas. Pueden admitirse una serie de focos volcánicos activos en distintos momentos en este área, responsables de la enorme potencia de lavas, ignimbritas y volcanoclastitas de diferente composición.

Este área fue cartografiada a 1:10.000 por R. REED en 1968 y a 1:2.000 por el equipo de Unión Explosivos Río Tinto sin llegar a interpretar la existente de un foco, pero dando por supuesta la proximidad del mismo.

Al oeste de este foco, cuatro o cinco kilómetros, se sitúa el yacimiento de la Zarza-Perrunal, el cual pudiera estar en relación con algún otro foco más cercano, teniendo en cuenta los aglomerados de toda la corrida de varios kilómetros y al Norte brechas piroclásticas, ROUTHIER y colaboradores, 1977, pág. 101 (15) y según los stockwork presentes en esta masa.

Al sur de estos focos, a unos siete kilómetros, se sitúan los yacimientos del grupo Buitrón, Tinto y Santa Rosa, Gloria y varias explotaciones de manganeso muy frecuentes hacia el Oeste en la zona de Calañas. Cabe la posibilidad de existir otra alineación intermedia de focos volcánicos entre la alineación meridional y la central, que situaría a este grupo de yacimientos en posición próxima.

2.9. SOTIEL.

La descripción e interpretación de ROUTHIER y colaboradores, pág. 118 es excelente (15).

Los yacimientos de Sotiel, Torerera y los indicios de la Pila (localizados por geofísica y geoquímica por el equipo de Unión Explosivos Río Tinto en 1973) supondrían las masas y diseminaciones piríticas asociadas a este foco. Hay que hacer notar que el yacimiento de La Torera fue descubierto casualmente al trazar un socavón para investigar manganeso por la cercanía de un afloramiento de jaspes manganesíferos.

2.10. SE VALVERDE.

Propuesto por P. Moliere, del equipo Routhier, como punto de emisión o en sus proximidades de volcanismo 1.

A este efecto corresponderían, quizá como más próximas, los pequeños yacimientos de Campanario, la Corte y varios afloramientos importantes de manganeso.

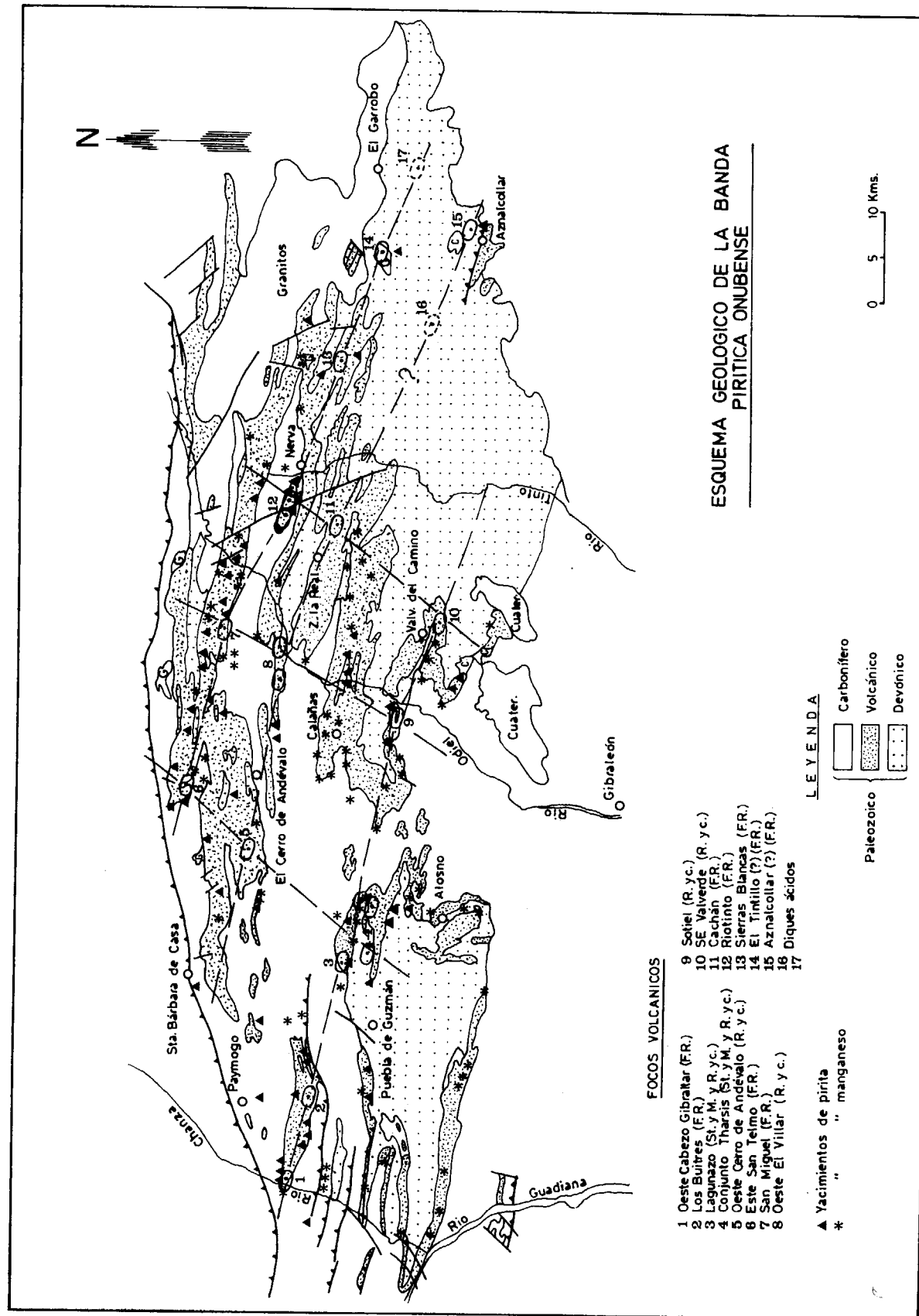


Figura 2

2.11. CACHAN.

Han sido cartografiados por el equipo de Unión Explosivos Río Tinto importantes aglomerados ácidos en La Solana de Cachan. No han sido estudiadas desde el punto de vista del tipo de facies clástica. Podría corresponder a un volcanismo 2.

No parece, por el momento, que contenga yacimientos piríticos importantes, excepto los indicios del Castillo de Chinflón y Mina del Cura, seis kilómetros al SSE. Hay varios yacimientos de manganeso en su entorno como la mina La Aurora.

2.12. RÍO TINTO.

La existencia de un foco o grupo de focos volcánicos en Río Tinto parece generalmente aceptada, pero se presentan algunas dificultades que podrían hacerse extensivos a otros lugares de la región.

En Cerro Colorado, parte de las denominadas cloritas de Alfredo y Filón Norte, tienen todas las características de una protrusión mineralizada. El modelo kuroko encajaría en Río Tinto. La mayor dificultad reside en la estructura anticlinal de Río Tinto y su situación relativa respecto a su situación inicial. ¿El plegamiento hercínico ha supuesto un transporte tectónico importante? En este caso los focos volcánicos de Huelva se situarían más al NNE de su posición actual, ¿de qué orden podría ser este transporte si es que hubo alguno?

Hasta el momento no se tiene evidencia en Río Tinto de que el yacimiento esté enraizado en su posición original, o bien, el conjunto, foco volcánico-yacimientos, ha sido transportado. Hemos realizado diversas reconstrucciones, suponiendo acortamientos del orden de 10 al 40 por 100 en dirección N 15 E y N 35 E. No se ha encontrado ningún tipo de correlación satisfactoria, ya que, o bien los alineamientos no corresponden a líneas de profundidad o bien, como creemos más probable, el transporte es reducido encontrándose la mayoría de los focos volcánicos en proximidad de su posición inicial.

Aceptada, con dudas, la tesis del transporte menor de los focos, queda por comprobar si la raíz de los volcanes de Río Tinto se encuentra en profundidad. Hasta el momento no hay datos suficientemente convincentes. Según G. PALOMERO, 1976 (9) debajo de la serie ácida aparecería el complejo básico, separados por el nivel sedimentario de pi-

zarras y tobas básicas finas. Este, ya fue puesto de manifiesto por el autor en 1968, RAMBAUD, SOBOL, F. (13), pág. 42. La existencia de este nivel sedimentario que sigue el anticlinal, no excluye la existencia de cuellos fumarólicos. La brecha portadora en parte de la mineralización de Cerro Colorado tiene características de una brecha de explosión, con una intensa cloritización, esto es, la inmediata proximidad del foco volcánico sino el mismo.

En rigor, al autor tiene que reconocer que no conoce un esquema aceptable de la estructura interna del anticlinal de Río Tinto. No acepta el simple anticlinal con un núcleo básico separado por un nivel piroclástico. Pensamos que el núcleo, o ramificaciones del núcleo, de una protrusión que en cierto sentido siga el modelo kuroko sin ajustarse a él ya que, contrariamente a nuestras interpretaciones anteriores, WILLIAMS, S., STANTON R. L. y RAMBAUD, F., 1975 (21) no parece probable que Huelva corresponda ni a un área de arcos insulares ni a un borde de subducción, conforme con la interpretación de ROUTHIER y colaboradores, 1977 (17), de un modelo geosinclinal intracontinental sobre placa continental, cosa que confirma el perfil sísmico profundo realizado al sur de Portugal que no indica aproximación del manto hacia el sur, MUELLER, S. C., et. altera, 1973 (10). Tampoco puede suponerse un incremento de la potencia de la corteza. GAIBAR, 1977 (8) con un enraizamiento normal del área y un equilibrio isostático aceptable.

Adoptamos por tanto la posición del volcanismo prehercínico de Huelva en el tramo central de la gran S que constituiría el hercínico de Bretaña y el Atlas antes de la rotura postpaleozoica y aceptando la reconstrucción de BULLARD, E., 1969 (4), que implica la improbabilidad de planos de subducción en uno u otro sentido, SOLER, E., 1973 (19), BARD, J. P., 1971 (3), conforme con el tipo de metamorfismo, granitizaciones presentes y la geoquímica del vulcanismo como discute acertadamente SCHERMERHORN, L. J. G. (18).

2.13. SIERRAS BLANCAS.

Al SO de la mina del Castillo de las Guardas y zona de El Alamo existen brechas ácidas importantes que pueden indicar un foco volcánico o sus proximidades. Las minas e indicios (Nazaret, El Alamo) estarían en posición próxima al foco pro-

puesto. Al norte aparecen explotaciones poco extensas de manganeso. Este área fue cartografiada a 1.10.000 por F. SOBOL en 1965.

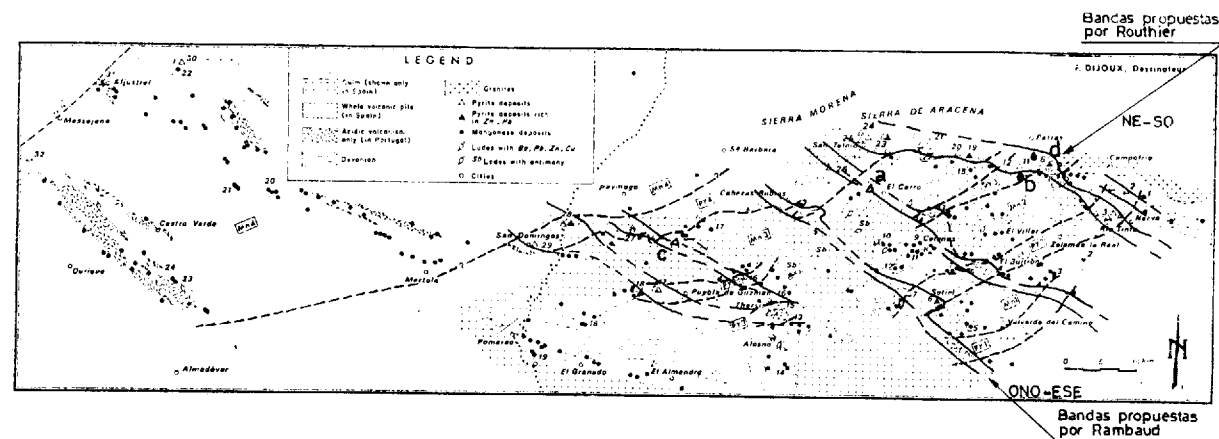
2.14. EL TINTILLO.

Poseemos poca información directa de este área. Ha sido cartografiada a 1.50.000 por Cía. General de Sondeos. En ella aparecen brechas y aglomerados que pueden representar la cercanía de un foco.

normal a los anteriores. El cuarto es un pequeño apuntamiento de 100 metros. El quinto al ESE desplazado 1.500 metros. Estos diques ácidos en terreno Devónico podrían interpretarse como las raíces de un foco erosionado.

2.17. DIQUES ÁCIDOS 10 KM AL ESE DE TINTILLO.

Caso similar al anterior, pero en el que han sido cartografiados diques ácidos como pórfidos grano-



a) La Lancha (Pirita cobriza). b) La Grulla Manganosa. c) Sierrecilla (Complejos. c) Santa Bárbara (Manganeso).

Figura 3

Propuestas de Bandas ONO-ESE completada con otros yacimientos.
Síntesis de Routhier, 1976.
Econ. Geol. V, 71, núm. 4, p. 804.

Se asocian alteraciones, e indicios de sulfuros en posición sinclinal.

2.15. AZNALCOLLAR.

Asimismo, como en el caso anterior, han sido señaladas brechas y aglomerados ácidos 500 metros al norte de las masas de Aznalcollar, siguiendo un pequeño sinclinal. Puede por tanto suponerse un foco cercano que daría lugar a los yacimientos.

2.16. DIQUES ÁCIDOS 12 KM AL NO DE AZNALCOLLAR.

En la cartografía de la Cía. General de Sondeos a 1:50.000 para el Mapa Geológico Nacional, confeccionada recientemente y amablemente suministrada por el señor Rodríguez Paradinas (septiembre 1977), aparecen cinco diques ácidos, uno de ellos de 1.200 metros de extensión ONO, otro de 300 metros paralelo y un tercero de 400 metros

dioríticos. Su extensión y dirección es similar al posible foco anterior. El dique principal tiene 1.200 metros y dirección ONO en un sinclinal del Devónico.

3. CRITICA DE LA INTERPRETACION DE P. ROUTHIER Y COLABORADORES, 1976 EN BANDAS ENE-OSO

Para delinear las bandas que separan los yacimientos de pirita y manganeso se han seguido criterios de observación e interpretación paleogeográfica. Discutiremos ambos criterios añadiendo las propias observaciones.

a) Delineación de bandas, fig. 3.

Las cinco bandas de yacimientos de pirita propuestas, presentan algunas fuertes inflexiones en

yacimientos muy próximos de pirita y manganeso. Ha sido necesario forzar las líneas en numerosos casos. También se han omitido algunos, tal como los yacimientos del Sur de La Rica al ESE de Cabezas Rubias y prolongación Este de Los Pedernales.

En la banda Mn 3 presenta en su parte central un yacimiento de pirita, Lancha-Roma, que no ha sido representado en el dibujo de la figura 3 a).

En Py3 falta el yacimiento de manganeso de La Grulla b), figura 3, prolongación al oeste de Soloviejo, que se sitúa inmediatamente al sur de Angostura. Al oeste de San Platón existe otro grupo de minas de manganeso denominado Santa Bárbara d), figura 3, en el cruce de caminos a Concepción. El caso de la mina Poderosa, rodeada de frecuentes yacimientos de manganeso, sería similar a este de Santa Bárbara, teniendo que aislarlo fuera de ninguna banda. Esta parte NE de Py3 es la más especulativa.

En la síntesis en bandas ENE no han sido incluidos los yacimientos de Castillo las Guardas, indicios de El Alamo, El Tintillo, y N de la hoja 939, así como el importante yacimiento de Aznalcollar.

b) Criterios paleogeográficos.

La paleogeografía en una zona tan compleja como Huelva es extraordinariamente difícil e interpretativa. El intento realizado por Routhier y sus colaboradores es muy loable, pero es necesario aportar algunas observaciones directas de campo que pueden invalidar algunas de las interpretaciones propuestas.

b-1) Distribución de Posidonomyas. Los límites A y B en el diagrama fig. 36), ROUTHIER y sus colaboradores, 1977 en la parte de Puebla de Guzmán-Cabezas del Pasto y El Granado no es exacto, ya que el autor ha visto frecuentes Posidonomyas en ambos afloramientos carboníferos al N y S del gran anticlinal. Entre Herrerías y Cabezas del Pastor fueron citadas por DOETSCH (6), 1953, págs. 39 a 42. Al sur de la carretera que une el Granado con Villanueva de los Castillejos también aparecen estos fósiles.

b-2) Distribución del par "ardoises violettes-vol ácido 2.

De nuevo aquí en el Granado y El Almendro, aparece una banda con el nivel guía areniscas viole-

tas y piroclásticas superiores que se prolonga a todo lo largo del contacto cartografiado por el IGME en su Estudio de la Reserva de Huelva 1976 y observaciones propias del autor.

La ausencia de este nivel guía, en la zona entre Tharsis y Lagunazo, contrasta con la cartografía aportada por el equipo geológico de Tharsis al plano 1:50.000, realizado por las empresas adjudicatarias de la Reserva de Huelva. Asimismo la propia cartografía aportada por Routhier y colaboradores en su plano 1:50.000 de Facies, en la zona del Embalse de Lagunazo, hace difícil suponer la discontinuidad pretendida. No discutiremos las indicaciones de posibles transgresiones por no haber sido comprobadas.

b-3) Distribución de cuarcitas en la serie intermedia.

Consideramos muy difícil obtener conclusiones seguras de un nivel, extraordinariamente variable y que necesitaría una cartografía de primera calidad y a escalas del 1:1.000.

b-4) Distribución de las volcanitas básicas.

Los límites A y B pretendidos se fundan, en rigor, solamente en el hecho real de una menor existencia de volcanitas básicas entre Lagunazo-Tharsis y la zona de la Zarza.

Su prolongación al SO y NE no es posible. Podemos aportar la existencia de básicas intrusivas al SO entre el Granado y El Madroño. Asimismo hacia el NE aparecen abundantes volcanitas básicas entre Cueva de la Mora y Dique de San Miguel.

c) Comentario.

El intento de síntesis paleogeográfica es extraordinariamente interesante. Desgraciadamente para los que trabajamos en prospección en Huelva desde hace dieciséis años, una síntesis de este tipo nos parece prematura, aunque sería de una gran utilidad. *Puede construirse otra distribución en bandas* de los yacimientos de sulfuros-yacimientos de manganeso con orientación ONO-ESE. Estas bandas incluirían yacimientos como La Lancha (pirita cobriza) Sierrecilla (en posición correcta), La Grulla (Mn). Hay que señalar el problema de escalas que se presentan en este tipo de síntesis. A 1:500.000 es relativamente fácil hacer correlacionar una serie de datos distribuidos en un plano por falta de precisión en la representación de los mismos. Al pasar a

escalas mayores 1:50.000 ó 1:10.000 la escasez de datos se hace notable y es difícil llegar a una síntesis rigurosa como bien pone de manifiesto ROUTHIER, 1969 en su excelente "Essai Critique sur Les Methodes de la Geología" (15).

En opinión del autor, tanto las bandas de yacimientos NE-SO como ONO-ESE no parecen probables, siendo el control real de yacimientos de sulfuros y manganeso la distancia a los focos volcánicos, los cuales sí parecen presentar una ordenación regular.

4. CONCLUSIONES

Realizada por Beicip en 1976 una interpretación de alineaciones de imágenes de satélite y un estudio estadístico de las mismas, se correlaciona las alineaciones con las de los focos volcánicos comprobados, o con fuerte evidencia de existir, o de sus proximidades.

Se aprecian tres alineaciones:

a) Alineación Meridional formada por cinco focos o conjunto de focos de los distintos volcanismos de Oeste a Este.

- 1) Oeste Cabezo gibraltar.
- 2) Los Buitres.
- 3) Lagunazo.
- 4) Conjunto Tharsis.
- 9) Sotiel.
- 10) SE Valverde.

"Los números 1, 2, 3 ... 10 corresponden a los focos numerados en las figuras 2 y 1.)

Su dirección es ONO y presenta yacimientos asociados de pirita en posición próxima y distal y yacimientos de manganeso más o menos alejados de los focos.

Los yacimientos de pirita más notables relacionados con esta alineación serían S. Domingos (distal), Herrerías (distal), Lagunazo (próximo), Tharsis (intermedio), Sotiel (intermedio).

b) Alineación intermedia formada por los focos siguientes de Oeste a Este.

- 5) Oeste Cerro de Andévalo.
- 8) Oeste El Villar.
- 11) Cachan.
- 16) Diques ácidos.
- 15) Aznalcollar.

Su dirección es también ONO y los yacimientos más importantes son La Zarza y Aznalcollar (próximos). Al sur de esta alineación el grupo de yacimientos piríticos de Tinto-Santa Rosa y Buitrón se situaría en posición distal, o relacionados con una posible alineación intermedia.

c) Alineación septentrional formada por los focos de:

- 6) Este de San Telmo.
- 7) San Miguel.
- 12) Conjunto Río Tinto.
- 13) Sierras Blancas.
- 14) El Tintillo.

Su dirección también ONO y lleva asociados yacimientos de pirita y manganeso en posición próxima S. Telmo, S. Miguel, Río Tinto y distal como Carpio, Lomero, Cueva de la Mora, Concepción S. Platón.

De las tres alineaciones de focos esta última parece coincidir con alineaciones de satélite, con cierto rigor, y teniendo en cuenta el error de situación que supone la escala 1:500.000. La mitad oriental de la alineación intermedia también se ajusta a las alineaciones de satélite. La alineación más meridional de focos no tiene correspondencia con alineación de la interpretación realizada por Beicip, pero el autor podrá delinear una alineación sobre la imagen de satélite con todas las reservas que tal fotoalineación puede llevar de carga subjetiva.

También parece existir un control menos riguroso en dirección NE.

La situación de los focos se interpreta, por tanto, como controlada por estructuras de fondo reflejadas en la superficie por alineaciones observables en la imagen de satélite. Los yacimientos se agrupan alrededor de los citados focos en posiciones próximas o inmediata al foco, intermedia y distal. No parece existir correlación rigurosa entre bandas de pirita y manganeso.

Desde el punto de vista geotectónico se acepta la posición del volcanismo de Huelva en la rama central de la gran S formada por el Hercínico de Bretaña, Meseta Ibérica y el Atlas, Huelva se sitúa entonces en la parte central de un geosinclinal intracontinental sobre placa continental, lo que implicaría la no existencia de arcos islas típicos, ni planos bien definidos de subducción, cosa que corrobora el quimismo del volcanismo y la escasez de ultrabásicas, aunque puedan aparecer algunas.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo de la Dirección General de Minería de Unión Explosivos Río Tinto, S. A., y en especial de su Director General, Sr. Usunariz.

Numerosas observaciones de campo se deben a los colaboradores del autor, señores Sobol y Santiago en su difícil trabajo de propección en Huelva.

El señor Rodríguez Paradinas de CGS aportó un plano 1:50.000 de gran interés para completar el ángulo SE del cinturón pirítico.

Los comentarios y sugerencias de los profesores D. Williams, de Londres y P. Routhier han sido de gran utilidad.

Agradezco todas estas aportaciones y colaboraciones, así como a Norberto Moreno que ha delineado los planos y a Cristina Sánchez que ha mecanografiado el manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- (1) APFS, J. A.: *San Miguel Mine and Geology*. Thesis Royal School of Mines London (sin publicar) (1961).
- (2) ARNOLD, M.; BERNARD, A. J. y SOLER, E.: *Premier apport de la geocrimie des isotopes du soufre a la comprehension de la genese des mineralisations pyriteuses de la provincia de Huelva*. Min. Dept., 12, 2 (1977).
- (3) BARD, J. P.: *Sur l'alternance des zones metamorphiques et granitiques dans le segment hercynien sud-iberique*. "Bol. Geol. Min.", 82 (1971).
- (4) BULLARD, E.: *El origen de los oceános*. Selec. Scientific American. Ed. Blume, 1976 (1969).
- (5) BEICIP (J. C. RIVEREAU): *Exploitation des images de satellite pour la prospection geologique. Project Ibersat*. Rapport d'etude privé (1976).
- (6) DOETSCH, J.: *Introducción a un estudio del término de Puebla de Guzmán*. "Bol. Inst. Geol. y Min. de España", t. LXV (1953).
- (7) IGME: *Reserva "Zona de Huelva"*. Estudio geológico y minero a 1:50.000 de la Hoja 958. Informe I-958 (1976).

- (8) GAIBAR, C.: *Variaciones del espesor crustal y grado de equilibrio isostático asociables a las anomalías de Bouguer en la España Peninsular*. "Bol. Geol. y Min.", t. LXXXVII (1976).
- (9) GARCÍA PALOMERO, F.: *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del anticlinal de Río Tinto*. Tesis Universidad de Salamanca (1976).
- (10) MULLER, SC; PRODEHL, S. A.; MENDES, SOUSA, V.: *Crustal structure in the southwestern part of the Iberian Peninsula*. Tectonophy, 20 (1973).
- (11) PINEDO, J.: *Pirita de Huelva*. Ed. Summa Madrid (1963).
- (12) RAMBAUD, F.: *Notas geológico-estructurales de la zona norte de Río Tinto*. Estudios Geológicos Vol. XIX (1963).
- (13) RAMBAUD, F.; SOBOL, F.: *Nuevas reservas de porfidos cobrizados en Río Tinto*. Bol. Geol. y Min. XXIV (1968).
- (14) RAMBAUD, F.: *El sinclinal carbonifero de Río Tinto y sus mineralizaciones asociadas*. Mem. Inst. Geol. y Min Esp. T LXXI (1969).
- (15) ROUTHIER, P.: *Essai Critique sur les Méthodes de la Geologie Masson et Cie*. Paris (1969).
- (16) ROUTHIER, P.: *A new approach to metallogenic provinces: The example of Europe*. Econ. Geol. V71 N4 (1971).
- (17) ROUTHIER ET ALTERA: *Amas sulfures volcano-sedimentaires*. La ceinture Sud-iberique a amas sulfures dans la partie espagnole meridiane. Université Pierre et Marie Curie Paris (1977).
- (18) SCHERMERHORN, L. J. G.: *Sipilires, regional metamorphis, and suduction in the Iberian Pyrite Belt. some comments*. Geol. en Mijnbouw V. 54 (1) (1975).
- (19) SOLER, E.: *L'association spilites-quartz keratophyres du Sud-Onest de la Peninsula Iberique*. Geol. en Mijnbouw V. 52 (1973).
- (20) STRAUS, G. K.; MADEL, J.; FDEZ. ALONSO, F.: *La faja piritica Hispano-portuguesa y el papel de la geología en su prospección minera*. Industria Minera 25-38 (1974).
- (21) WILLIAMS, D.; STANTON, R. L.; RAMBAUD, F.: *The Planes-San Antonio pyritic deposit ol Río Tinto, Spain: its nature, enviroment and genesis*. Trans. Inst. Min. Met. B. V 84 (1975).

Recibido: Enero 1978.

Sobre *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla* (BUNBURY) nov. comb., y *Dicksonites doubingeri* nov. sp.

Por P. LORENZO (*)

RESUMEN

Después de una larga lista de sinonimia, se justifican los nombres nuevos: *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla* (BUNBURY) nov. comb., y *Dicksonites doubingeri* nov. sp. Se describen, discuten y se dan otros detalles concernientes a dichas especies.

ABSTRACT

The names *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla* (BUNBURY) nov. comb. and *Dicksonites doubingeri* nov. sp. are proposed. For a large number of Fossil Plants remains, until now described under different names which are quoted in the two extensive synonymic lists included and discussed in this paper.

A new species (*Dicksonites doubingeri*) is proposed for some material here considered to be coespecific with the material described by ZEILLER (1891) as *Pecopteris leptophylla* and later assigned to *Pecopteris leptophylla* or to other species by several authors.

The geographical and stratigraphical distribution of these species are analyzed.

- SEPHENOPTERIS (DISCOPTERIS) LEPTOPHYLLA (BUNBURY) nov. com.**
- Lectotypus: ejemplar figurado por BUNBURY, 1853 P. VII, fig. 11 a.
- Locus typicus: Valle de Candosa (Portugal).
- Stratum typicum: Estefaniense.
- 1853, *Pecopteris leptophylla*, BUNBURY, pp. 114, Pl. VII, figs. 11 a-b.
- 1865, *Pecopteris leptophylla*, GOMES, pp. 22-24, Pl. III, figs. 2-3.
- 1869, *Pecopteris (Asplenites?) leptophylla*, SCHIMPER, pp. 526-527.
- 1888, *Sphenopteris cristata*, ZEILLER, pp. 64-68, Pl. III, figs. 1-2 b.
- 1893, *Sphenopteris burgensis*, STERZEL, pp. 9, Pl. I, figuras 1, 1 b, 2.
- 1894, *Sphenopteris burgensis*, ZEILLER, p. 276.
- 1903, *Pecopteris leptophylla*, BARSANTI, p. 22, 35.
- 1906, *Sphenopteris (Discopteris) cristata*, ZEILLER, páginas 10-23. Pl. I (figs. 1-2); Pl. II (figs. 1-2); Pl. III (figs. 3 a-3 d).
- 1906, *Ovopteris pecopteroides*, LANDESKROENER (In Potonié), IV-61.
- 1908, *Ovopteris burgensis*, BEHREND, pp. 673-674.
- 1909, *Ovopteris burgensis*, POTONIE, 106.
- 1910, *Ovopteris burgensis*, JONGMANS, pp. 140.
- 1911, *Ovopteris burgensis*, JONGMANS, pp. 271.
- 1924, *Dicksonites pluckeneti*, KIDSTON, pp. 400-407.
- 1929, *Sphenopteris cristata*, FAURA y SANS, pp. 840.
- 1935, *Pecopteris bredovi* var. *balkanica*, HARTUNG, páginas 66, 82, 83, Tf. XII, figs. 47, 47 a.
- 1937, *Discopteris burgensis*, NEMEJC, pp. 15.
- 1942 a, *Ovopteris pecopteroides*, TEIXEIRA, pp. 12-12, Pl. II, fig. 1; Pl. III, fig. 4.
- 1942 b, *Ovopteris pecopteroides*, TEIXEIRA, pp. 12, Pl. II, fig. 6.
- Pecopteris leptophylla*, pp. 15.

(*) Departamento de Paleontología, Universidad de Oviedo. España.

- 1942, *Pecopteris leptophylla*, JONGMANS, pp. 19.
- 1948 a, *Ovopteris pecopteroides*, CORSIN, pp. 859.
- 1948 b, *Ovopteris pecopteroides*, CORSIN et. al., pp. 981.
- 1949, *Ovopteris pecopteroides*, CORSIN, pp. 119.
- 1951, *Ovopteris pecopteroides*, DOUBINGER et. al., página 2338.
- 1952, *Ovopteris pecopteroides*, DOUBINGER et. al., página 152.
- 1953, *Pecopteris leptophylla*, DOUBINGER, pp. 73-77. *Ovopteris pecopteroides*.
- 1957, *Ovopteris pecopteroides*, DOUBINGER, pp. 274-277.
- 1957, *Discopteris burgensis*, NEMEJC, pp. 36-38.
- 1958, *Sphenopteris burgensis*, BARTHEL, pp. 45-46, Tf. XII, fig. 4.
- 1959, *Ovopteris pecopteroides*, DOUBINGER, pp. 115.
- 1962, *Pecopteris leptophylla*, WAGNER, pp. 757, Pl. 33, figs. 37, 37 a.
- 1964, *Pecopteris? leptophylla*, WAGNER, pp. 842, 843.
- 1965, *Sphenopteris leptophylla*, ALVAREZ-RAMIS, pp. 15, figs. 7, 8; lám. I, fig. 1; lám. II, fig. 1; lám. III, fig. 1-5; lám. IV, figs. 1-5.
- 1965, *Pecopteris brieni*, STOCKMANS et. al., Pl. XXVIII, figs. 1-1 a.
- 1965, *Pecopteris bredovi* var. *balkanica*, TENCHOV, et. al., pp. 472.
- 1966, *Pecopteris? leptophylla*, WAGNER, pp. 52, 57, 58, 61, 63, 70, 73, 79.
- 1967, *Sphenopteris leptophylla*, ALVAREZ-RAMIS, pp. 120-122, figs. 97, 98; lám. I, fig. 1; lám. II, fig. 1; lámina III, figs. 1-5; lám. IV, figs. 1-5.
- 1968, *Ovopteris pecopteroides*, VETTER, pp. 86, 158, 166, 172, Pl. XXXVIII, fig. 3; Pl. XXXIX, figuras 6, 7.
- 1969 a, *Sphenopteris leptophylla*, ALVAREZ-RAMIS et. al., pp. 61.
- 1969 b, *Sphenopteris burgensis*, ALVAREZ-RAMIS et. al., pp. 2560.
- 1969, *Ovopteris pecopteroides*, DOUBINGER et al., página 175.
- 1971, *Sphenopteris burgensis*, ALVAREZ-RAMIS et. al., pp. 269-270, lám. I, fig. 9.
- 1973, *Sphenopteris leptophylla*, CARIDE et. al., pp. 273.
- 1973, *Sphenopteris leptophylla*, TENCHOV, pp. 63, 64, 66.
- 1973, *Ovopteris pecopteroides*, DOUBINGER et. al., pp. 2.
- 1974, *Sphenopteris burgensis*, ALVAREZ-RAMIS, pp. 110, 111.
- 1974, *Sphenopteris leptophylla*, KNIGHT, pp. 291, 297. *Sphenopteris brieni*, pp. 292.
- 1975, *Botryopteris burgensis*, BARTHEL, pp. 462-463, Tf. 4.
- 1975, *Sphenopteris leptophylla*, KNIGHT (in litt.), páginas 303-312, Pl. 22, figs. 1-4.
- 1975, *Oligocarpia (Sphenopteris) leptophylla*, GRAUVOGEL-STAMM et. al., pp. 411-415, Pls. 37-38, fig. 1.
- 1976, *Botryopteris burgensis*, BARTHEL et. al., pp. 25-30, Tf. 4, figs. 1-2; Tf. 5, figs. 1-10; Tf. 6, figuras 1-19; Tf. 7, figs. 1-14.
- 1977, *Sphenopteris leptophylla*, BOUROZ et. al., pp. 149.
- Specima excludenda:**
- 1891, *Pecopteris leptophylla*, ZEILLER, pp. 31-33, Pl. VII, figs. 1-5.
- 1940 a, *Pecopteris leptophylla*, TEIXEIRA, pp. 21, Pl. VIII, fig. 4; Pl. X, fig. 3.
- 1940 b, *Pecopteris leptophylla-pluckeneti*, TEIXEIRA, pp. 4.
- 1940 c, *Pecopteris leptophylla*, TEIXEIRA, pp. 14, Pl. VII.
- 1944, *Pecopteris leptophylla*, TEIXEIRA, pp. 11, fig. 2; pp. 91, fig. 46.
- 1956, *Dicksonites leptophylla*, DOUBINGER, pp. 123-124, Textfig. 16 B. Pl. XI, figs. 5-6 (non *Pecopteris leptophylla*, BUNBURY, 1853).
- 1962, *Dicksonites leptophylla*, LIENHARDT, pp. 78, 83.
- 1970, *Dicksonites leptophylla*, ALVAREZ-RAMIS et. al., pp. 265-266, Pl. III, figs. 4-5.
- DICKSONITES DOUBINGERI, nov. sp.**
- Holotypus: Ejemplar figurado por ZEILLER (1891), Pl. VI, fig. 3.
- Locus typicus: Cuenca de Brive (Francia).
- Stratum typicum: Cantera de Gourdu-Diable, cerca de Brive, en el tramo con Walchia.
- Dediato nominis: Especie dedicada a la investigadora paleobotánica Jeanne Doubinger (Estrasburgo).
- 1880, *Pecopteris pinnatifida*, ZEILLER, pp. 198.
- 1918, *Pecopteris anthriscifolia*, ZALESSKY, pp. 53, 56, 57, 58, 60, 62, 63; Pl. X, fig. 1; Pl. XIX, fig. 1; Pl. XX, figs. 1-2; Pl. XXI, figs. 1-2; Pl. XXIII, figs. 1-2; Pl. XXXIII, figs. 1-4; Pl. XXXIV, figuras 1-4.
- 1973, *Prynadaeopteris venusta*, FEFILOVA, pp. 56-60, Pl. XIII, figs. 1-4, Textfigs. 12.
- "Specima excludenda" de *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla*.

DISCUSION

Esta especie, cuyo nombre proviene de la textura fina y delicada del fronde, fue dada a conocer primeramente por BUNBURY (1853), aparte de una pequeña descripción, publicó dos dibujos que posteriormente se repetirían en otras publicaciones (TEIXEIRA, 1942, 1944). El grado de confusionismo que alcanzó esta especie, desde hace más de un siglo de su creación, ha sido elevado, hay que tener en cuenta que ha sido nombrada de no menos de catorce maneras distintas.

GOMES (1865), completa la descripción original y figura unos ejemplares que si bien varían algo con respecto a los originales de BUNBURY, como puede ser las pínulas curvadas y más agudas en la parte superior, no son caracteres lo suficientemente representativos e importantes, como para establecer una nueva especie.

ZEILLER (1891), había observado la idea recogida anteriormente, y atribuyó los ejemplares de GOMES a *Sphenopteris cristata* (BRONGNIART) PRESL es decir, a la concepción que él tenía de *Sphenopteris cristata* (*Sphenopteris cristata* ZEILLER non BRONGNIART), concepción que estaba de acuerdo con la especie real de BUNBURY; en el mismo trabajo, ZEILLER, atribuye a *Pecopteris leptophylla* unos ejemplares bien distintos de los figurados por BUNBURY, éstos poseían pínulas con bordes redondeados, con el ápice de la pínula también redondeado y con una nerviación del tipo dicksonioide; anteriormente (1880), había llamado *Pecopteris pinna-tifida* a ejemplares similares a los figurados en 1891, error reconocido por él mismo.

Todos estos ejemplares de foma dicksonioide, así como los figurados por TEIXEIRA (1940 a, 1940 b, 1940 c, 1944), los figurados por DOUBINGER (1956), ALVAREZ-RAMIS et. al. (1970), ZALESSKY (1918) y FEILOVA (1973), han de considerarse pertenecientes a un género y especie distintos. DOUBINGER (1956), había atribuido los ejemplares erróneos de ZEILLER, junto con los ejemplares de BUNBURY (ver lista de sinonimia), al género *Dicksonites*, con lo cual en lugar de subsanar los errores cometidos hasta entonces, creó más confusionismo, y dio a todo el conjunto, el nombre específico de *leptophylla*; es obvio, que al tratarse de dos especies distintas, hecho reconocido por Doubinge, no ha de considerarse en la lista de sinonimia la cita de BUNBURY, y sí, crearse un nuevo nombre específico para el conjunto nuevo, consideraciones no tenidas en

cuenta por DOUBINGER (1956) y ALVAREZ-RAMIS, et. al. (1970); de aquí, el que se considere a todo el material reseñado en la lista de *specima excludenda* de *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla*, como perteneciente a otra especie: *Dicksonites doubingeri* nov. sp.; también se ha incluido en esta especie los ejemplares figurados por ZALESSKY (1918), quien, asimismo, señala la sinonimia de la especie por él citada con *Sphenopteris imbricata* GOEPPERT y con *Asplenium petruschinense* var. *dentatum* SCHMALHAUSEN y los figurados por FEILOVA (1973).

KIDSTON (1924) incluye, por su parte, dentro de la lista de sinonimia de *Dicksonites pluckeneti* (SCHLOTHEIM) STERCEL, a *Pecopteris leptophylla*, con lo cual mezcla estas dos especies, llenando aún más de confusión la literatura paleobotánica.

STERZEL (1893), crea una nueva especie sinónima de *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla*, con el nombre de *Sphenopteris burgkensis*, sinonimia que sería utilizada por varios autores, hasta que ALVAREZ-RAMIS (1969 b) observa la igualdad entre las dos, pero utiliza ilegalmente el nombre de *Sphenopteris burgkensis* (1969 b, 1971, 1974), cuando es mucho más anterior, y por tanto tiene prioridad, el nombre de BUNBURY (Código de Nomenclatura Botánica, artículo 11).

En 1906, LANDESKROENER figura y cita a *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla*, bajo el nombre de *Ovopteris pecopteroides*, sinonimia que no desaparecería hasta cincuenta y nueve años más tarde (ALVAREZ-RAMIS, 1965), siendo verdaderamente curioso que algún autor (TEIXEIRA, 1942 b), haya citado y figurado la misma especie con diferentes nombres en el mismo trabajo.

BEHREND (1908), da como sinónimos *Ovopteris pecopteroides de Sphenopteris burgkensis*: hecho que ratifica POTONIE (1909), pasando el *Sphenopteris burgkensis* a *Ovopteris burgkensis* y distinguiendo un nuevo género *Ovopteridium*, intermedio entre el *Ovopteris* y *Palmatopteris*, con las pínulas presentando fuertes entrantes.

En 1929, FAURA y SANS, recoge las sinonimias vistas por los dos autores citados anteriormente, y llama al conjunto *Sphenopteris cristata* (BRONGNIART) PRESL.

HARTANG (1935), crea una nueva variedad de *Pecopteris bredovi*. GERMAR, *Pecopteris bredovi* var. *balkanica*, sinónima, como ya señalaron TENCHOV & CERNJAVSKA, de *Discopteris burgkensis*.

En 1965, ALVAREZ-RAMIS, aclara la sinonimia entre *Ovopteris pecopteroides* y *Pecopteris leptophylla*, tal como dijimos anteriormente, y pasa, asimismo, la especie al género *Sphenopteris*.

BARTHEL (1975), pasa la especie *burgkensis* al género *Botryopteris*, después de un estudio minucioso de su estructura interna; pero a pesar de incluir en la lista de sinonimia de esta especie (BARTHEL, 1976) el nombre de *leptophylla*, mantiene inexplicablemente el nombre de *burgkensis*.

DOUBINGER, tras haber mantenido el nombre de *Ovopteris pecopteroides* hasta 1973; en un trabajo en colaboración con GRAUVOGEL-STAMM (GRAUVOGEL-STAMM & DOUBINGER, 1975) sobre ejemplares fructificados de *Sphenopteris leptophylla*, atribuyen las fructificaciones al género *Oligocarpia*; no obstante, y a la vista de las figuraciones, puede decirse que se trata de fructificaciones compuestas por esporangios esféricos independientes pero reunidos entre sí, situados sobre un receptáculo formado por la expansión de las nerviaciones, y ocupando una posición en los extremos de los lóbulos de las pínulas; datos que corresponden con los dados para el género *Discopteris. Oligocarpia*, sin embargo, posee un anillo transversal completo, formado por varias células anchas en posición un poco oblicua, solitarios y circulares, observaciones no apreciables en los dibujos y fotografías representados por dichos autores. Coincidimos, pues, con ZEILLER (1906) y NEMEJC (1957), en atribuir al género *Discopteris* las fructificaciones de *Sphenopteris leptophylla*.

KNIGHT (1975, in litt.), aclara las sinonimias entre esta especie y *Sphenopteris goniopteroides* LESQUEREUX, así como con *Sphenopteris asturica* ALVAREZ-RAMIS & DOUBINGER, y con *Pecopteris brieni* STOCKMANS, WILLIERE & DE LA VEGA, considerándolas a todas ellas como partes diferentes del fronde se *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla*. La asimilación de *Sphenopteris goniopteroides* LESQUEREUX a *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla*, queda bien patente en las figuraciones hechas por ZEILLER (1888).

SPHENOPTERIS (DISCOPTERIS) LEPTOPHYLLA (BUNBURY) nov. comb.

Diagnosis.

Fronde al menos tripennados, con pennas de antúltimo orden de 10 cm de embergadura como mínimo, pennas de penúltimo orden insertas perpen-

dicularmente, con raquis de unos 0,8 mm, pennas de último orden insertas con un ángulo de 70°-80°, raquis de último orden rectos y robustos. Pínulas redondeadas, ovales-trianguulares dirigidas hacia el ápice de la penna, poco lobuladas en la base del fronde, las lobuladas con dientes en forma de sierra y con bases ligeramente contraídas, las pínulas más desarrolladas insertas casi perpendicularmente. El tamaño de las pínulas varía enormemente según su posición en el fronde. Nerviación típicamente pecopteridea, claramente visible, con nervios distantes y espaciados, y con un apreciable nervio central.

COMPARACIONES CON OTRAS ESPECIES.

Sphenopteris ovalis GUTBIER se diferencia en los lóbulos, que en esta especie son ovoides, con lados convexos.

De *Sphenopteris cristata* (BRONGNIART) PRESL, se diferencia en la lobulación y en el tamaño y forma de las pínulas.

FRUCTIFICACIONES.

Del tipo *Discopteris*, con esporas pertenecientes al género *Granulatisporites* (IBRAHIM) POTONIE & KREMP, según GRAUVOGEL-STAMM & DOUBINGER (1975).

POSICION SISTEMATICA.

Según ALVAREZ-RAMIS (1965) ocuparía una posición intermedia entre Phyllophorales y Aphylophorales, en sentido amplio se incluirían entre las Maratiales (Eusporangiales), Cyatheaceas (Leptosporangiales) u Osmundaceas. VETTER (1968) la incluye en las Protoleptosporangiales.

ESTRUCTURA INTERNA:

Del tipo *Botryopteris*.

DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA:

Del Westfaliense D superior al Autuniense.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA:

Bohemia central: Cuenca Plzeri (NEMEJC, 1957).

- Alemania:
 Burg (STERZEL, 1893).
 Cuenca del Hartz (ALVAREZ-RAMIS, 1965).
 Cuenca del Ilfeld (KNIGHT, 1975 in litt.).
 Cuenca de Döhlen (KNIGHT, 1975 in litt.).
- Francia:
 Decazeville (DOUBINGER, 1951) (VETTER, 1968) (DOUBINGER et. al., 1969) (DOUBINGER, 1953).
 Blanzy, Creusot, Perrecy (ZEILLER, 1906) (CORSIN, 1948 a) (GRAUVOGEL-STAMM, et. al., 1975).
 Decize (CORSIN, 1948 b).
 Argentat (ALVAREZ-RAMIS, 1965).
 Loire (CORSIN, 1949).
 Commentry (DOUBINGER, 1953) (ZEILLER, 1888).
 Bivre (DOUBINGER et. al., 1952) (ZEILLER, 1891) (DOUBINGER, 1953).
 Chapelle-sous-dun (DOUBINGER et. al., 1973).
 Corrèze (ZEILLER, 1880).
 Breitenbach (DOUBINGER, 1953).
- Asia Central: Kusnteezk (JONGMANS, 1942).
- Portugal:
 Algeriz (TEIXEIRA, 1942 a).
 Salgueiral (TEIXEIRA, 1942 b).
 Vale-da-Candosa (BUNBURY, 1853).
 S. Pedro da Cova (GOMES, 1865).
 Porto (TEIXEIRA, 1940).
- América del Norte: Pennsylvania (KNIGHT, 1975).
- Italia: Jano (BARSANTI, 1903).
- Bulgaria:
 Melyane (TENCHOV, 1973) (TENCHOV & CERJAVSKA, 1965).
 Ignatiza (HARTUNG, 1935).
- Suiza: Alper (ALVAREZ-RAMIS, 1965).
- España:
 Surroca (Gerona) (ALVAREZ-RAMIS et. al., 1969 a, 1965, 1967).
 Ogassa (Gerona) (ALVAREZ-RAMIS et. al., 1971).
 Tineo (ALVAREZ-RAMIS, 1965, 1967, 1974) (WAGNER, 1964, 1966).
 Cangas de Narcea (ALVAREZ-RAMIS, 1974, 1965, 1967).

- Rengos (ALVAREZ-RAMIS, 1965, 1967, 1974) (WAGNER, 1966).
 Campodrón (Gerona) (ALVAREZ-RAMIS, 1965, 1967).
 Puerto Ventana (ALVAREZ-RAMIS, 1965, 1967) (WAGNER, 1962, 64, 66).
 Cuenca Carb. Central (CARIDE et. al., 1973).
 Sabero (KNIGHT, 1975, in litt.).
 La Magdalena (WAGNER, 1965).
 Ciñera-Matallana (STOCKMANS et. al., 1965).
 Ferroñes (LORENZO et. al., inédito).
 S. Juan de Nieva (LORENZO, inédito).

DICKSONITES DOUBINGERI nov. sp.

Diagnosis.

Raquis de anteúltimo orden alados y recorridos por sillones longitudinales, pennas de anteúltimo orden lineares, conservando la misma anchura en la base y en el ápice. Pennas de último orden alargadas y ligeramente contraídas en la base. Pínulas de limbo grueso, de contorno redondeado, contraídas en la base, con curcos de separación acusados entre ellas, lóbulos enteros. Sin nervio central, siendo todos los nervios iguales y dispuestos más o menos en abanico, con una inclinación acusada sobre el raquis de último orden.

COMPARACIONES CON OTRAS ESPECIES.

De *Sphenopteris (Discopteris) leptophylla*, se distingue por los bordes de las pínulas, por la arquitectura del fronde, así como por la nerviación, de un nervio central del que parten secundarios en esta última especie.

De *Dicksonites pluckeneti* (SCHLOTHEIM) STERZEL, por la disposición, forma y tamaño de las pennas de diferentes órdenes.

De *Dicksonites pluckeneti* var. *sterzeli*, en que ésta presenta los bordes más agudos, con un raquis de último orden característico, así como con una nerviación compuesta por un nervio central y nervios secundarios poco divididos y a menudo distintos.

FRUCTIFICACIONES, POSICION SISTEMATICA.

Ambas desconocidas, FEFILOVA señala un tipo de fructificaciones, irreconocibles por nuestra parte.

DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA.

Del Estefaniense B al Autuniense.

Distribución geográfica.

- Brive (ZEILLER, 1891).
 Argentat (ALVAREZ-RAMIS et. al., 1970).
 Porto Valdeao (TEIXEIRA, 1940).
 Jura (LIENHARDT, 1962).
 Norte de la depresión Pre-Urálica (FEFILOVA, 1973).
 Serie de Angara (Minoussinsk, Toungouska, Kousnetz) (ZALESSNY, 1918).
 Tineo (ALVAREZ-RAMIS et. al., 1970).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. H. W. J. van Ameron (Heerlen), el haber puesto a nuestra disposición la importante biblioteca paleobotánica que posee el Servicio Geológico de Holanda.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ-RAMIS, C.: *Primera aportación al estudio de los "Sphenopteris" del Carbonífero español.* a) Estefaniense: Primera parte. "Estudios Geológicos", XXI, 1-4, pp. 1-77, láms I-LXIII (1965).
- ALVAREZ-RAMIS, C.: *Revisión de los Sphenopteris del Estefaniense Cantábrico.* "Facultad de Ciencias", Madrid, A, 55, pp. 1-208, láms. I-LXIII (1967).
- ALVAREZ-RAMIS, C., & DOUBINGER, J.: *Sphenopteris asturica, nueva especie.* "Acta Geol. Hispánica", IV, 3, pp. 60-63, figs. 1-2 (1969 a).
- ALVAREZ-RAMIS, C., PI-RADONY, M., & DOUBINGER, J.: *Sur la flore fossile du Carbonifère de Surroca (Gerona) Espagne.* "C. R. Acad. Sc. Paris", 268, pp. 2559-2561 (1969 b).
- ALVAREZ-RAMIS, C., & DOUBINGER, J.: *Révision de quelques espèces de Mariopteridées du Stéphanien de France et d'Espagne.* "Estudios Geológicos", XXVI, pp. 261-271, Pls. I-III (1970).
- ALVAREZ-RAMIS, C., DOUBINGER, J., & DIÉGUEZ-JIMÉNEZ, M. C.: *Sur la flore fossile du Carbonifère de Surroca (Gerona) Espagne.* "C. R. Acad. Sc. Paris", 268, páginas 2559-2561 (1971).
- ALVAREZ-RAMIS, C.: *Nota sobre la distribución de los Sphenopteris del Carbonífero superior (Silesiense) en las cuencas carboníferas asturianas.* "Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.", 83, 2, pp. 109-111 (1974).
- BARSANTI, C.: *Contribuzione allo studio della flora fossile di Iano.* "Atti. Soc. Tosc. di Scienze naturali", XIX, pp. 3-36 (1903).
- BARTHEL, M.: *Stratigraphische und Paläobotanische Untersuchungen im Rothliegenden des Döhleener Beckens (Sachsen).* "J. B. Staatl. Mus. Mineral. Geol.", pp. 6-59, Tf. I-XV (1958).
- BARTHEL, M.: *Neue Erkenntnisse und Fragen über Farne des Oberkarbons und des Unteren Perms.* "Wissenschaftliche Zeitschrift", 4, pp. 461-465, Tf. 1-7 (1975).
- BARTHEL, M., et. al.: *Die Rothliegend Flora Sachsens.* "Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol.", 24, pp. 1-190, Pls., 1-48 (1976).
- BEHREND, F.: *Über einige Carbonfarne aus der Familie der Sphenopteriden.* "Jahrbuch der Königl. Preufs. Geologischen Landesanstalt", XXIX, I, 3, pp. 645-693 (1908).
- BOUROZ, A., & DOUBINGER, J.: *Report on the Stephanian-Autunian Boundary and on the contents of Upper Stephanian and Autunian in their Stratotypes.* "Sym. on Carb. Stratigraphy", Praha, 1973, pp. 147-169 (1977).
- BUNBURY, CH, F. J.: *Fossil Plants of the Carboniferous Formation of the Bussaco in Portugal, Appendix A: Report on the Fossil Plants of the Fossil Plants of the Carboniferous Formation.* "Quart. Journ. Geol. Soc. London", IX, pp. 143-146, Pl. VII (1853).
- CARIDE, C., GREBER, C., & ORTUÑO, G.: *Flore des faisceaux productifs du bassin central des Asturies (Espagne).* "C. R. 7è Congrès Carbonifère", Krefeld, 1971, II, pp. 267-277, Pls. I-III (1973).
- CORSIN, P.: *Sur l'âge des couches houillères du Bassin de Blanzy (Saone-et-Loire).* "C. R. Ac. des Sc. Paris", 227, pp. 858-860 (1948 a).
- CORSIN, P., & MONOMAKHOFF, E.: *Sur le houiller de la Machine, Bassin de Decize (Nièvre).* "C. R. Ac. des Sc. Paris", 230, pp. 980-982 (1948 b).
- CORSIN, P.: *Les divisions paléontologiques du Stéphanien du Bassin de la Loire.* "C. R. Ac. des Sc. Paris", 230, pp. 117-119 (1949).
- DOUBINGER, J., & VETTER, P.: *Contribution à l'étude du Bassin Houiller de Decazeville.* Flore fossile du Mazel. "C. R. Ac. des Sc. Paris", 232, pp. 2338-2339 (1951).
- DOUBINGER, J., & VETTER, P.: *Contribution à l'étude du Stéphanien supérieur dans le Massif Central Français.* "C. R. Congrès Carbonifère", Heerlen 1951, I, pp. 149-155, Pl. 1-4, Textfig. 3 (1952).

- DOUBINGER, J.: *Contribution à l'étude du Stéphaniens supérieur, flore de l'assise de Breitenbach (Sarre)*. "68è Congr. Soc. Sav.", pp. 74-79 (1953).
- DOUBINGER, J.: *Contribution à l'étude des flores autono-stéphaniennes*. "Mém. Soc. Géol. France", XXXV, 1-2, pp. 1-180, Pls I-XVII (1956).
- DOUBINGER, J.: *Sur la flore du Bassin Houiller d'Argentat (Corrèze)*. "Bull. Soc. Geol. France", VII, pp. 274-277 (1957).
- DOUBINGER, J.: *Remarques sur les Sphenopteris du Stéphaniens*. "Extr. du Bull. Soc. d'Etudes Scientifiques d'Angers", N. S., 11, 89è Année, pp. 114-116 (1959).
- DOUBINGER, J., & VETTER, P.: *Observations et réflexions sur les zones paléobotaniques des bassins de Carmaux et de Decazeville*. "C. R. 6è Congrès Carbonifère", Sheffield 1967, I: 171-182 (1969).
- FAURA Y SANS, M.: *Resumé de nos connaissances sur l'Anthracoïthique de la Catalogne et ses relations chronologiques avec les formations similaires de la Péninsule Ibérique*. "C. R. Congrès Carbonifère", Heerlen 1972, pp. 821-842 (1972).
- FEFILOVA, L. A.: *The Permian ferns of the North of the Pre-Uralian depression*. pp. 1-147, Pl. I-XLII (1973).
- GOMES, B. A.: *Flora fossil do Terreno Carbonifero das visinhanças do Porto, Serra do Bussaco, e Moinho d'orden proximo a Alsacer do Sal*. pp. 1-44, Pl. I-VI (1865).
- GRAUVOGEL-STAMM, L., & DOUBINGER, J.: *Deux fougères fertiles du Stéphaniens du Massif Central (France)*. "Geobios", 8, 6, pp. 409-421, Pls 37-41, Textfig. 2 (1975).
- HARTUNG, W.: *Flora und Altersstellung des Karbons im Westbalkan (Bulgarien)*. "Palaeontographica", LXXX, Abt. B, pp. 53-99, Tf. X-XV (1935).
- JONGMANS, W. J.: *Die Palaeobotanische Literatur I*. "Verlag von Gustav Fischer", pp. 1-217 (1910).
- JONGMANS, W. J.: *Die Palaeobotanische Literatur II*. "Verlag von Gustav Fischer", pp. 1-417 (1911).
- JONGMANS, W. J.: *Das Alter der Karbon und Permifloren von Ost-Europa bis Ost-Asie*. "Palaeontographica", LXXXVII, Abt. B, pp. 1-57 (1942).
- KIDSTON, R.: *Fossil Plants of the Carboniferous rocks of Great Britain*. "Mem. of the Geol. Survey of Great Britain". Palaeontology II, 5, pp. 377-522 (1924).
- KNIGHT, J. A.: *The Stephanian A-B flora and Stratigraphy of the Sabero Coalfield (León, NW Spain)*. "C. R. 7è Congrès Carbonifère, Krefeld 1971, pp. 238-305, Pls 1-4 (1974).
- KNIGHT, J. A.: *The Systematics and Stratigraphic aspects of the Stephanian Flora of the Sabero Coalfield, León (NW Spain)*. II, pp. 1-676, Pls 1-52 (in litt.) (1975).
- LANDESKROENER, K.: *Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste*. "Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt u. Bergakademie", IV-61 (In Potonié) (1906).
- LIENHARDT, G.: *Géologie du Bassin Houiller Stéphaniens du Jura et de ses Morts-terrains*. "Mém. B. R. G. M.", pp. 1-449, Pls I-XIV (1962).
- NEMEJC, F.: *The Sphenopteris stated in the Permian-carboniferous of Central Bohemia (a preliminary report. I Part)*. "Vestník Kralovské ceske spolecnostinax Tri-da II.", Rocnik 1936, pp. 1-24, Pl. I (1937).
- NEMEJC, F.: *A contribution to the II and IV Permian-carboniferous zone in the Northern Part of the Coal Basin of Plzen*. "Sbornik ústře Dnino Ustava Geologického", XXIII, pp. 1-45 (1957).
- POTONIE, R.: *Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste*. "Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt", VI, pp. 101-120 (1909).
- SCHIMPER, W. P.: *Traité de Paléontologie végétale ou la flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel*. I, pp. 1-740 (1869).
- STERZEL, J. T.: *Flora des Rothliegenden im Plausensechen Grude bei Dresden*. "Abhandlungen der Math. Phys. Cl. d. Kön. Sächs. Ges. d. Wiss", T. I, pp. 1-167, Pls I-XIII (1893).
- STOCKMANS, F.; WILLIRE, Y., & DE LA VEGA, C.: *Documentos paleobotánicos para el estudio de la Geología hullera del Noroeste de España*. "Mém. Inst. Roy des Scien. Nat. Belgique", 10è Série, 79, pp. 1-14, Pls I-XXXVIII (1965).
- TEIXEIRA, C.: *Estudos sobre Paleobotânica Portuguesa*. "Publ. do Mus. e Lab. Min. e Geol. Facul. Ciênc. do Porto", XX, pp. 1-24 Pls I-X (1940 a).
- TEIXEIRA, C.: *O Antracólítico continental português e sua correspondência com as formações similares de Espanha*. "Las Ciencias", Madrid, VIII, 1, pp. 1-10 (1940 b).
- TEIXEIRA, C.: *O Antracólítico do Bussaco e a sua flora fóssil*. "Com. dos Ser. Geol. de Portugal", XXII, pp. 1-21, Pls I-XII (1942 a).

- TEIXEIRA, C.: *Elementos para o estudos da flora fóssil do Autuniano do Buçaco*. "Mus. e Lab. Min. e Geol. da Fac. de Ciênc. do Porto", XXVII, 2.ª série, pp. 1-31, Pls I-XII (1942 b).
- TEIXEIRA, C.: *O Antracólítico contional Português*. "Bol. Soc. Geol. de Portugal", V, 1-2, pp. 1-135, Figs. 1-64 (1944).
- TENCHOV, Y. A., & CERNJAVSKA, S.: *Paläozoische und mesozoische Floreis in Bulgarien*. "Ber. Geol. Ges. DDR", 10, 4, pp. 465-478 (1965).
- TENCHOV, Y. A.: *Stratigraphy of the Stephanian-Permian fossil-bearing sediments in NW Bulgaria*. "Bull. of the Geol. Inst.", XXII, pp. 52-72 (1973).
- VETTER, P.: *Géologie et Paléontologie des Bassins Houillers de Decazeville, de Figeac et du Déroit de Rodez II. Etude paléontologique*. "Houillers du Bassin d'Aquitaine", pp. 1-194, Pls I-XLIX (1968).
- WAGNER, R. H.: *A brief review of the Stratigraphy and floral succession or the Carboniferous in NW Spain*. "C. R. 4è Congrès Carbonifère", Heerlen 1958, III, pp. 753-762, Pls 29-33 (1962).
- WAGNER, R. H.: *Stephanian floras in NW Spain, with special reference to Westphalian D-Stephanian A boundary*. "C. R. 5è Congrès Carbonifère", Paris 1963, II, pp. 835-851, Pls I-III (1964).
- WAGNER, R. H.: *Palaeobotanical Dating of Upper Carboniferous Folding Phases in NW Spain*. "Mem. Inst. Geol. Min. España, LXVI, pp. 1-169, Pls 1-77 (1966).
- ZALESSKY, M. D.: *Flore paléozoïque de la série d'Angara*. "Mém. du Comité Géol.", 174, pp. 1-76, Pls I-LXIII (1918).
- ZEILLER, R.: *Note sur quelques plantes fossiles du terrain Permien de la Corrèze*. "Bull. Soc. Geol. France", 3è Serie (VIII), pp. 196-221, Pls 1-2 (1880).
- ZEILLER, R.: *Etudes sur le terrain houiller de Commen-try, Flore fossile*, pp. 1-746 (1888).
- ZEILLER, R.: *Bassin Houiller et Permien de Brive*, pp. 1-132, Pls I-XV (1891).
- ZEILLER, R.: *Sur l'âge des dépôts houillers de Commen-try*. "Bull. Soc. Geol. de France", 3è Serie (XXII), pp. 252-278 (1894).
- ZEILLER, R.: *Bassin Houiller et Permien de Blanzay et de Creusot*, II, pp. 1-255, Pls I-LI (1906).

Recibido: Enero 1978.

Consideraciones sobre la flotación de galena y la utilización del Na₂S como agente depresor

Por A. ORTEGA ROJAS (*)

RESUMEN

Se determinaron experimentalmente diversos factores que influyen en la utilización del Na₂S como agente depresor de una galena algo oxidada, obteniéndose algunas cifras (tiempo de acondicionamiento, dosificación y pH) que permiten un mayor conocimiento en el empleo de esta sal de sodio.

Asimismo, se estudió el comportamiento en la flotación de esta galena, frente a variables tales como el tiempo de permanencia del mineral en la celda y el pH de la pulpa, lográndose una información que puede ayudar a la resolución de algunos problemas prácticos en este sentido.

ABSTRACT

Some factors affecting the use of Na₂S as a depressant for partially oxidized galena were measured experimentally. Values for parameters like conditioning time, reagent dosage and pH that will allow for a greater knowledge in the use of this sodium salt, were obtained.

The behavior in flotation of this galena, as a function of the conditioning time and the pH value of the pulp, were also analyzed obtaining information that could be used in the resolution of some practical problems.

RESUME

On détermine expérimentalement les divers facteurs qui interviennent dans l'utilisation du Na₂S comme agent déprimeur de la galène légèrement oxidée, en offrant quelques valeurs (temps d'aconditionnement, dosification et pH) qui permettent obtenir une meilleure connaissance de l'emploi de ce sel de sodium.

De même, on a étudié la façon dont cette galène a répondu à la flotation, face à des variables telles que le temps de permanence du minerai dans la cellule de flotation et le pH de la pulpe. On obtient ainsi une information qui peut aider à résoudre quelques problèmes pratiques sur ce domaine.

1. INTRODUCCION

El efecto que sobre la flotación de los sulfuros, tienen los fenómenos de oxidación secundarios, originados por el oxígeno disuelto en el agua, ha constituido un importante capítulo, dentro de las investigaciones que sobre este proceso se han realizado. Asimismo, la utilización del Na₂S como agente depresor de minerales sulfurados, también ha sido estudiada extensamente, especialmente, por

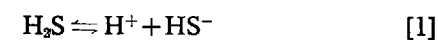
su posible aplicación en la flotación diferencial de los sulfuros que, como consecuencia de la mayor complejidad que con el tiempo ofrecen los yacimientos minerales, van requiriendo del uso de técnicas, cada vez más sofisticadas, y de gran sensibilidad a las variaciones que puedan ocurrir en las condiciones ambientales en las que se realiza este proceso de concentración. En este sentido, en el presente trabajo, se estudian la influencia que sobre la galena ejercen; el tiempo de agitación del mineral en la celda, el empleo del Na₂S como agente depresor (tiempo de actuación, dosificación y pH) y

(*) Servicio de Mineralurgia de la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A.

la variación de la alcalinidad del sistema, obteniéndose algunas conclusiones que ayudarán a orientar, en la práctica, el control y atención que requieren las variables antes mencionadas para evitar pérdidas o gastos excesivos de tratamiento.

2. ASPECTOS TEORICOS DE LA DEPRESION CON Na₂S

El Na₂S se hidroliza dejando en solución H₂S y NaOH. El ácido sulfhídrico, a su vez, se disocia de acuerdo a las siguientes reacciones químicas:



Las constantes de disociación de estas reacciones, según JELLINEK y CZERWINSKI (1) son:

$$K_{(1)} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 10^{-7}$$

$$K_{(2)} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{S}^{2-}]}{[\text{HS}^-]} = 2 \cdot 10^{-13}$$

De acuerdo a los valores de las constantes de disociación de las reacciones [1] y [2], en la pulpa, siempre habrá una concentración de iones HS⁻ que son los que actúan sobre la depresión de los sulfuros metálicos y que un exceso de estos iones, también actuarían como depresor de menas sulfidizadas (2).

A partir de dichas constantes, se calcularon (3), en función del pH, la distribución total de azufre disuelto en forma de H₂S, HS⁻ y S²⁻, obteniéndose la conclusión de que, las concentraciones críticas de H₂S y de S²⁻ varían sensiblemente con el pH y lo hacen en direcciones opuestas. Sin embargo, la concentración de HS⁻ se mantiene, prácticamente invariable, frente a la alcalinidad del sistema.

Como fue demostrado por WARK y COOX (4), y otros autores, el límite de flotabilidad de los sulfuros metálicos, está determinado por la relación entre la concentración del colector y la del Na₂S presente en el sistema, obteniéndose la conclusión de que, para cada mineral, existe una concentración crítica de Na₂S a la que le corresponde una

determinada dosis de colector, llegándose a demostrar que la relación entre los iones [HS⁻] y [X⁻] es independiente del pH del sistema.

Según MITROFANOV (5), la adsorción del xantato (Γ) sobre la superficie de los sulfuros, se puede determinar por la siguiente ecuación:

$$\Gamma = a + b \log \frac{[\text{X}^-]}{[\text{D}]^n} \quad [3]$$

en la cual D representa el anión depresor de valencia n, y donde a y b son constantes. Para el caso del Na₂S y considerando [x⁻] constante, la ecuación [3] toma la expresión siguiente:

$$\Gamma = a - b \log [\text{Na}_2\text{S}] \quad [4]$$

En la figura 1, se representa, según Mitrofanov, el efecto de la concentración del Na₂S en la adsorción del etil xantato sobre la galena.

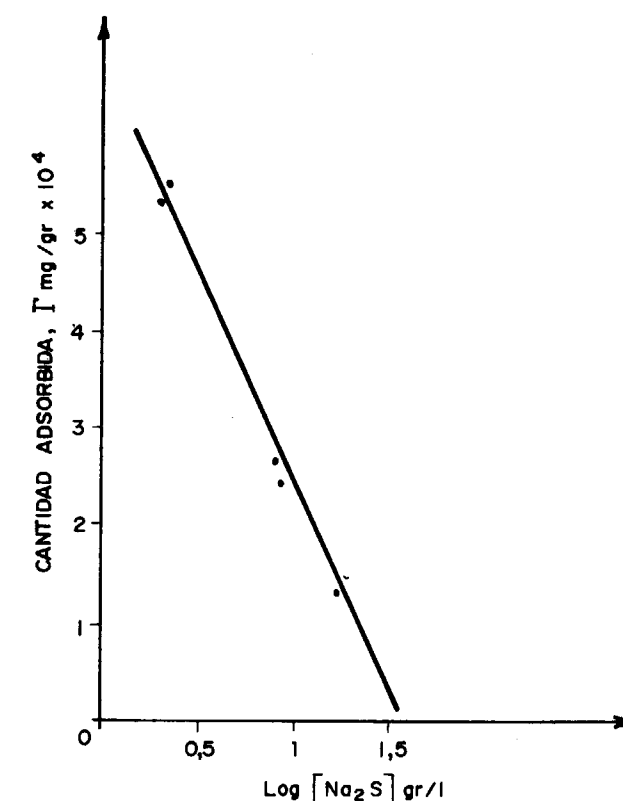


Figura 1

Efecto de la concentración de Na₂S en la adsorción del Etil Xantato sobre galena.

3. PARTE EXPERIMENTAL

Los ensayos de flotación se realizaron con muestras de galena que presentaban, al microscopio, zonas con diversos grados de oxidación superficial y de poca homogeneidad, provenientes de la Mina "Adaro", de Linares. Tenían una granulometría comprendida entre las 150 y 200 mallas Tyler (104-74 micras) y la ley en Pb que presentó el todo uno, fue de 81,2 por 100, lo que equivale a un 93,76 por 100 de galena en la muestra.

Todas las pruebas de flotación se hicieron con 150 gr de mineral, en una celda "Minemet" esmaltada, de laboratorio, de una capacidad de 350 cc. Tanto la dilución de trabajo, como la temperatura de la pulpa, la introducción de aire en el sistema y la velocidad periférica de la turbina de agitación, se mantuvieron constantes a lo largo de la investigación.

Los diversos reactivos empleados (Amil-Xantato de potasio, Na_2S y cal) son de calidad técnica y fueron dosificados directamente en la celda, solubilizados en agua corriente de laboratorio.

Las determinaciones analíticas se hicieron por absorción atómica en el Servicio de Geoquímica de la Empresa Nacional ADARO.

4. RESULTADOS METALURGICOS OBTENIDOS

Con los diversos ensayos de flotación realizados, se obtuvieron los resultados metalúrgicos que se describen a continuación.

4.1. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ACONDICIONAMIENTO.

Se efectuaron diversos ensayos, variando el tiempo de acondicionamiento de la pulpa, con y sin la presencia de Na_2S , para luego realizar la flotación, durante un período de tres minutos, con 66 gr/t de Amil-Xantato de potasio. Los resultados metalúrgicos obtenidos con estas condiciones experimentales, se reflejan en la figura 2.

Como se puede apreciar en la figura 2, la recuperación de la galena, en ausencia de Na_2S , disminuye en función del aumento del tiempo de acondicionamiento de la pulpa. Esta pérdida de recuperación, se acentúa durante los primeros quince

minutos de acondicionamiento tendiendo, a tiempos mayores, a ser menos enérgica.

Del análisis de esta curva, se desprende que, el grado de oxidación (heterogéneo en cuanto a su localización y matiz) que presentaba el mineral para su interacción con el amil xantato, era sufi-

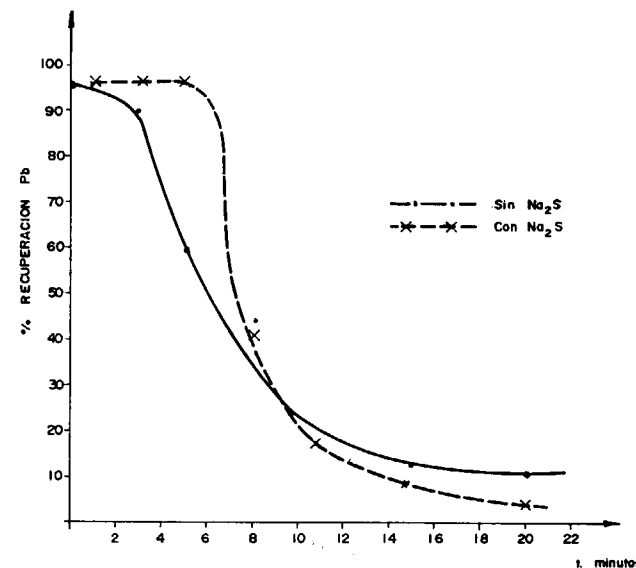


Figura 2

Variación de la recuperación de Pb en el concentrado, en función del tiempo de acondicionamiento, con y sin la presencia de Na_2S .

ciente como lo demuestra la buena recuperación obtenida sin acondicionamiento de la pulpa ($t=0$). La disminución progresiva que experimenta la recuperación de plomo, se debe a la gran influencia que tiene el oxígeno disuelto en el agua sobre la flotación de la galena y otros sulfuros, ya que se adsorbe sobre la superficie del mineral, afectando considerablemente los fenómenos de interacción que ocurren entre este y el colector (6). Como es sabido, la flotabilidad que presenta la galena pura, es casi nula, si no tiene un grado óptimo de oxidación que se logra con cantidades casi imperceptibles de oxígeno. Pasado este límite, la oxidación de la galena no tendría rasgos de adsorción física, sino más bien de una reacción química que daría origen a la formación de otros compuestos de menor afinidad con colectores sulfhídricos. El tiempo de captación del oxígeno por la galena, es bastante corto y se incrementa en un sistema alcalino (7).

MELLGREN (8) y otros investigadores, estudiando la adsorción del colector sobre la galena, han dicho que, los productos de oxidación de este mineral que reaccionan con el colector, son tiosulfatos pero que, cada sistema mineral-colector, necesita investigaciones químicas detalladas para identificar todos los productos de la reacción.

La disminución de recuperación que origina la oxidación excesiva de la galena, puede ser atacada, aumentando la dosis de colector, ya que la cantidad de xantato que reacciona con una superficie de galena en un tiempo dado, se incrementa con el aumento de la oxidación de dicha superficie. También se puede pensar en reforzar la colección con algún colector auxiliar específico, con una mezcla de colectores de un mayor poder de actuación, o también, recurrir a algún tipo de reactivo que permita dejar las superficies en condiciones adecuadas para la interacción con colectores sulfhídricos.

La curva obtenida cuando se varía el tiempo de acondicionamiento de la pulpa, en presencia de 660 gr/t de Na_2S (fig. 2), indica que, el efecto de oxidación, no se aprecia durante los primeros cinco minutos de agitación, ya que la recuperación se mantiene constante. Entre los cinco y nueve minutos de acondicionamiento, y aunque la recuperación decrece considerablemente, el efecto negativo de la oxidación, es mayor que cuando se encuentra presente esta sal de sodio. Para tiempos superiores a nueve minutos de agitación, la recuperación sigue bajando y lo hace más enérgicamente que cuando no existe Na_2S en el sistema.

El mantenimiento constante de la recuperación de Pb que se origina entre uno y cinco minutos de acondicionamiento de la pulpa en presencia de Na_2S , hace suponer que los productos que se forman de acuerdo a las reacciones [1] y [2] actuarían con el oxígeno disuelto en el agua evitando la oxidación de la galena y con ello las pérdidas de recuperación que este fenómeno origina. Sin embargo, y como se demuestra más adelante, el principal factor que influye en el mantenimiento de la recuperación, lo constituye el escaso tiempo de acondicionamiento para la cantidad de Na_2S utilizada, ya que, especialmente, en este reactivo, dicho tiempo está directamente relacionado con la cantidad a dosificar y con el grado de oxidación que ofrece el mineral.

La variación que experimenta el pH de la pulpa cuando se varía el tiempo de acondicionamiento, se expresa en el cuadro I.

CUADRO I

Variación del pH del sistema en función del tiempo de acondicionamiento

Tiempos minutos	pH	
	Con Na_2S	Sin Na_2S
0	—	7,3
1	10,0	—
3	9,7	7,3
5	8,7	7,3
8	8,0	7,2
10	8,0	7,2
15	7,7	7,1
20	7,6	7,1

Del análisis del cuadro I, se observa que el pH, prácticamente, se mantiene constante cuando se agita la pulpa en ausencia de Na_2S . Por el contrario, en presencia de esta sal de sodio, el pH de la pulpa, disminuye en forma sensible al prolongar demasiado el tiempo de acondicionamiento. En un apartado posterior del presente trabajo, se estudia la influencia del pH sobre la flotación de la galena.

En la figura 3 se representa la variación que experimenta el peso del producto flotado, como varia-

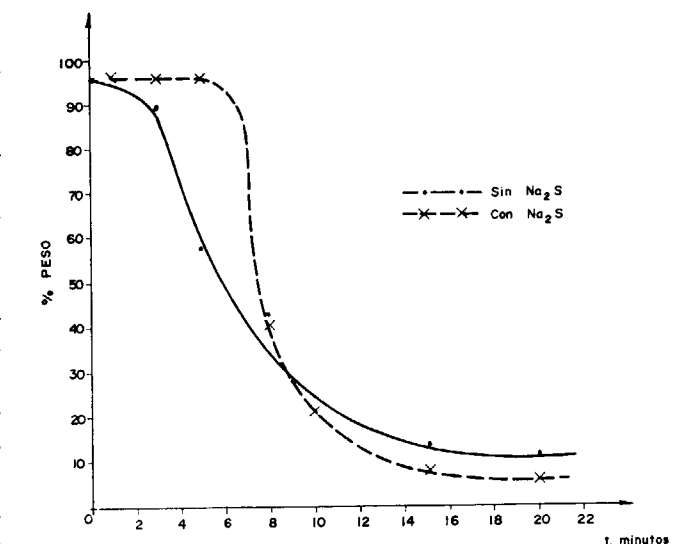


Figura 3

Variación del peso del concentrado, en función del tiempo de acondicionamiento, con y sin la presencia de Na_2S .

ble del tiempo de agitación de la pulpa, con y sin la presencia de Na_2S . Como se puede comprobar, estas curvas son muy similares a las reflejadas en la figura 2.

En la figura 4, está representada la variación que experimenta la ley en Pb del producto flotado, en

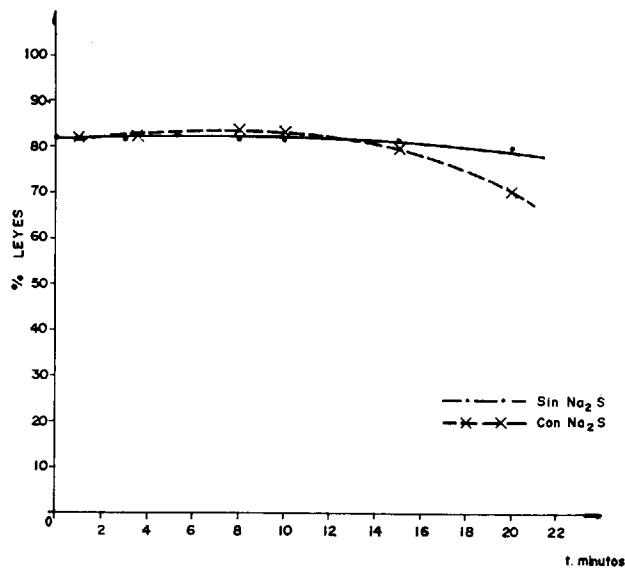


Figura 4

Variación de la ley del concentrado, en función del tiempo de acondicionamiento, con y sin la presencia de Na_2S .

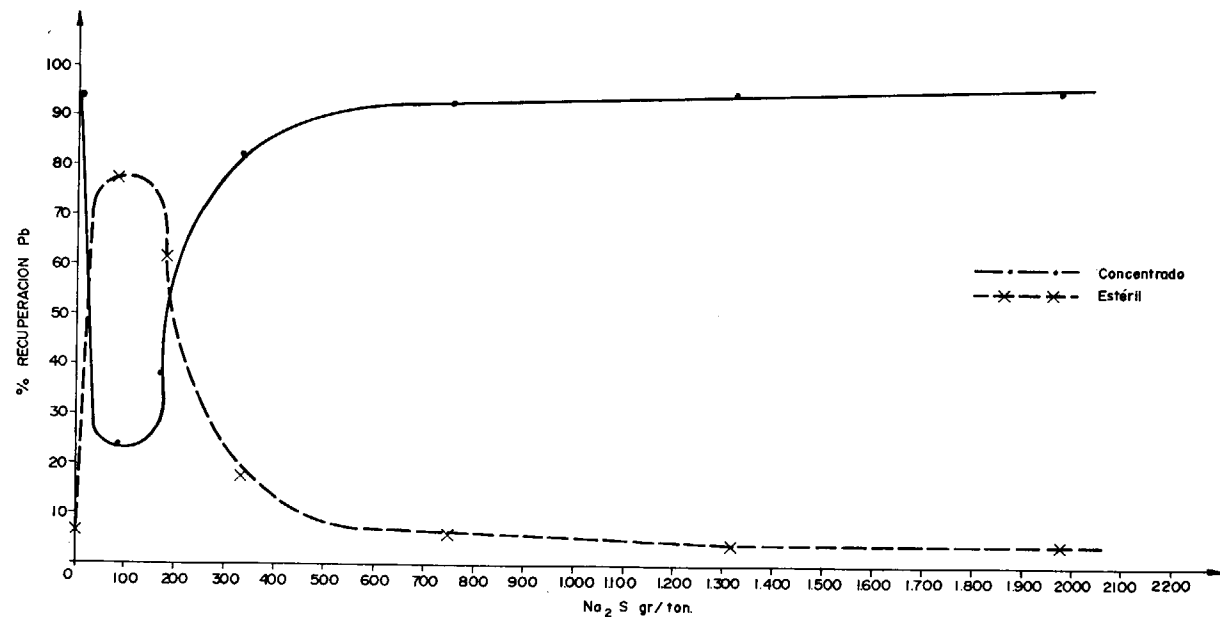


Figura 5

Variación del reparto metal entre el concentrado y el estéril, en función de la dosificación de Na_2S .

función del tiempo de acondicionamiento de la pulpa con y sin la presencia de Na_2S .

Como se puede apreciar en la figura 4, la ley del concentrado, en ausencia del Na_2S , es prácticamente invariable al aumento del tiempo de acondicionamiento de la pulpa, y alcanza una calidad similar a la que ofrece el todo uno.

La ley del concentrado cuando se varía el tiempo de acondicionamiento de la pulpa en presencia de Na_2S , presenta una calidad que, prácticamente, no varía durante los primeros doce minutos de agitación, pero que disminuye cuando dicha operación alcanza tiempos mayores.

4.2. VARIACIÓN DE LA DOSIS DE Na_2S .

Se hicieron diversos ensayos variando la concentración de Na_2S en la celda donde se acondicionaba el mineral por espacio de dos minutos. La flotación, se realizaba durante tres minutos, con una dosis constante de amil xantato de potasio (66 gr/t).

Los resultados obtenidos en estas condiciones de trabajo, están reflejados en la figura 5, donde se representan las curvas complementarias correspondientes a las recuperaciones de Pb en el concentrado y el estéril.

Como se observa en la figura 5, la recuperación de Pb en el concentrado, disminuye cuando se acondiciona la pulpa, por un espacio de dos minutos, con concentraciones inferiores a los 550 gr/t de Na_2S cumpliéndose la ecuación [4]. Para concentraciones de Na_2S mayores de esta cifra, la recuperación de Pb en el concentrado, alcanza valores prácticamente similares a los logrados en ausencia de la sal de sodio. Esto significa que para las características de oxidación que ofrecía este mineral y en las condiciones experimentales ensayadas, cantidades apreciables de Na_2S , con tiempos pequeños de acondicionamiento, no producen un efecto depresor sobre el mineral. Para disminuir la flotabilidad de esta galena (como las producidas con pequeñas dosis de Na_2S y cortos tiempos de acondicionamiento) cuando se utilizan elevadas cantidades de la sal de sodio en cuestión, se han de emplear tiempos más largos de acondicionamiento (fig. 2). Una probable explicación al hecho de que no haya depresión con concentraciones determinadas de iones de Na^+ , HS^- y $\text{S}^{=}$, y de moléculas de H_2S en un medio que contenga galena con un grado de oxidación similar al que ofrecía este mineral, habría que buscarla en la cinética de las reacciones de sulfuración y depresión, en función del tiempo, que ocurren entre el mineral y dichas sustancias en solución.

Como el aumento de la dosificación de Na_2S en la celda, lleva consigo un incremento de alcalinidad en el sistema, parte de los fenómenos que influyen en la flotación del mineral, podrían ser originados por el aumento del pH. En el próximo apartado se representan los resultados obtenidos en este sentido.

La variación que experimenta el peso del concentrado en función de la dosificación de Na_2S , se representa en la figura 6. Como se puede apreciar, las curvas obtenidas guardan estrecha similitud con aquellas expuestas en la figura 5.

Las calidades obtenidas, tanto en el concentrado como en el estéril, cuando se incrementa la dosis de Na_2S en la celda, se reflejan en la figura 7.

Del análisis de la figura 7 se observa que, la ley en Pb del concentrado, salvo los valores correspondientes a las adiciones comprendidas entre cero y trescientos gramos de Na_2S por tonelada tratada, ambos valores excluidos, el resto de las calidades son muy similares y alcanzan un valor prácticamente igual al del todo-uno.

Las leyes del producto no flotado, son más bajas, obteniéndose el valor mínimo cuando se adicionan a la celda 1.300 gr/t de Na_2S .

4.3. INFLUENCIA DEL pH.

Los resultados metalúrgicos obtenidos cuando se varía el pH del sistema, con y sin la presencia de Na_2S , se analizan en la figura 8.

Como la hidrólisis de la sal de sodio estudiada, genera disoluciones alcalinas, el aumento de su concentración en la celda, lleva consigo también un incremento progresivo del pH de la pulpa, factor de gran importancia en el proceso de flotación.

El aumento de pH logrado en aquellos ensayos realizados en ausencia total de Na_2S , se efectuó por la adición de cantidades variables de solución saturada de cal.

El tiempo de acondicionamiento de la cal y del Na_2S , fue de dos minutos, realizándose la flotación, por espacio de tres minutos, con 66 gr/t de amil xantato de potasio.

Del análisis de la figura 8, se observa que, la flotabilidad de la galena, disminuye cuando el pH de la pulpa alcanza valores superiores a 10 y no existe Na_2S en el sistema.

Cuando la flotación se efectúa con amil xantato técnico en un ambiente básico, con valores de pH comprendidos entre 7 y 10, y en ausencia total de Na_2S , la flotabilidad de la galena no se ve afectada (fig. 8).

Si la ecuación [3] se expresa para el caso de los iones OH^- , aparecerá la siguiente expresión:

$$\Gamma = a + b \log \frac{[\text{X}^-]}{[\text{OH}^-]} \quad [5]$$

En el caso de una concentración constante de $[\text{x}^-]$ y con los arreglos matemáticos adecuados la ecuación [5] toma la siguiente expresión:

$$\Gamma = a - b \text{pH} \quad [6]$$

Esto quiere decir que la adsorción de colector sobre el mineral, está directamente relacionada con el pH del sistema y que con esta galena y la concentración de colector ensayada, la flotación, en ningún caso, se ha de efectuar a un pH superior a 10 (fig. 8).

Basándose en lo dicho por ABRANOV (9) y colaboradores en el sentido que, la mínima concentra-

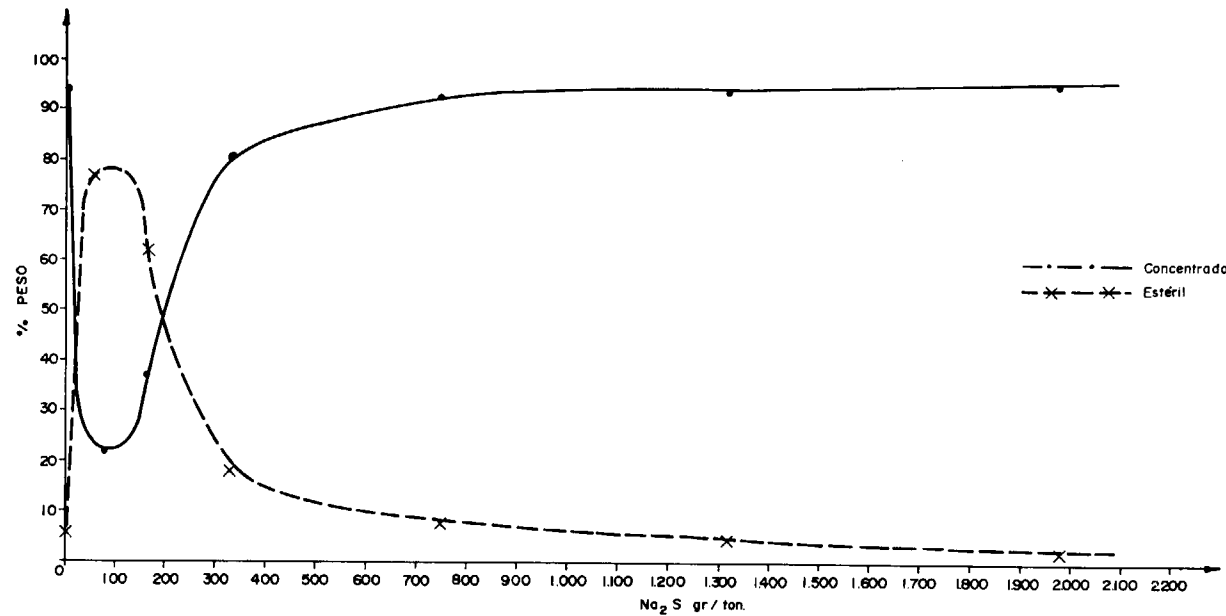


Figura 6

Variación del peso del concentrado y estéril, en función de la dosificación de Na_2S .

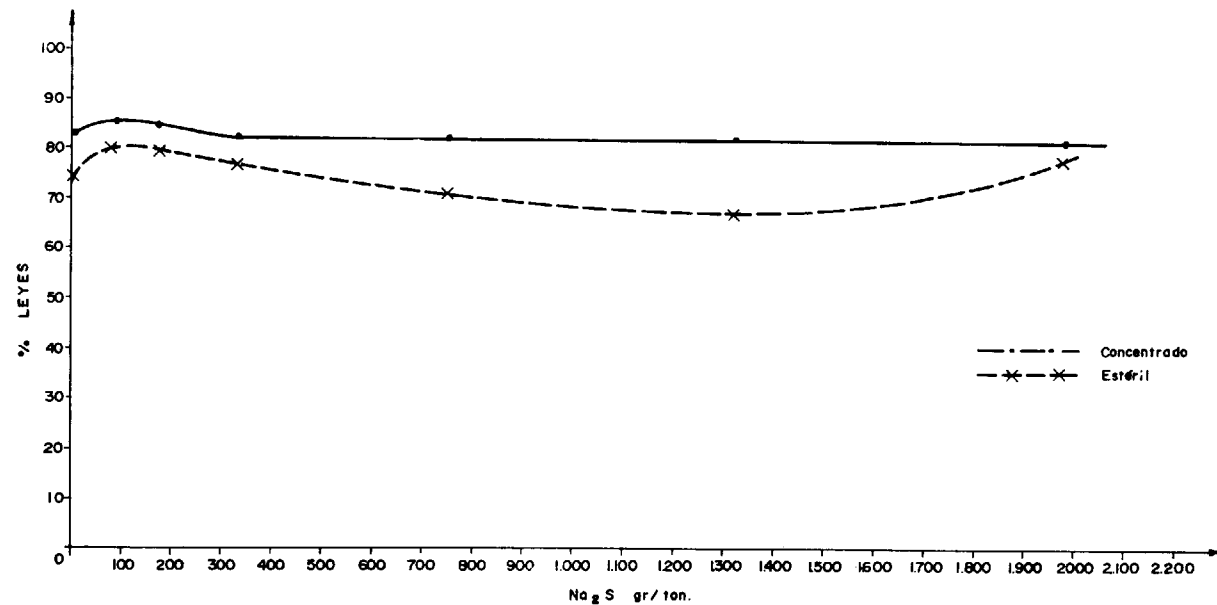


Figura 7

Variación de las leyes del concentrado y estéril, en función de la dosificación de Na_2S .

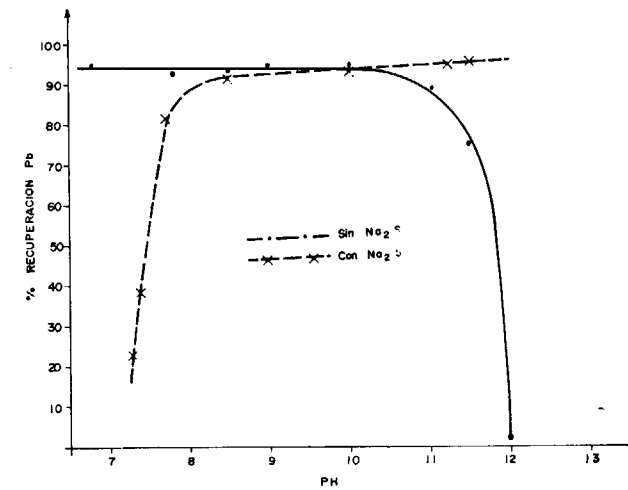


Figura 8

Variación de la recuperación de Pb en el concentrado, en función del pH de flotación, con y sin la presencia de Na_2S .

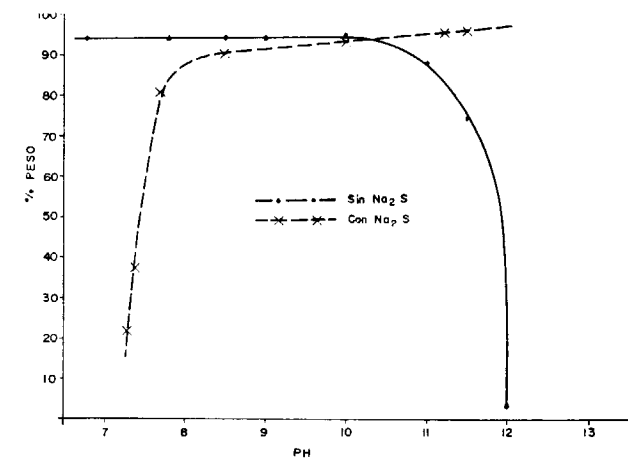


Figura 9

Variación del peso del concentrado, en función del pH de Flotación, con y sin la presencia de Na_2S .

ción de colector presente en solución para reaccionar con la galena, varía en función del pH del sistema, es probable que, para aumentar la recuperación, cuando se realice la flotación a $\text{pH} > 10$, se ha de incrementar la cantidad de colector en la celda.

Al comparar las curvas obtenidas, con y sin la presencia de Na_2S en la pulpa (fig. 8), se observa que, solamente a pH superiores a 9,5, logrados

con adiciones importantes de la sal de sodio, se logra evitar la pérdida de recuperación que se origina en ausencia total de dicha sal. En otras palabras, se puede decir que, el efecto depresor del sulfuro de sodio, se logrará con concentraciones que, una vez disueltas en las condiciones experimentales ensayadas, no suban el pH de la pulpa más allá de 9,5 (Ver condiciones experimentales en 4,2).

La variación que experimenta el peso del concentrado cuando se aumenta el pH, con y sin la presencia de Na_2S (fig. 9), ofrece características

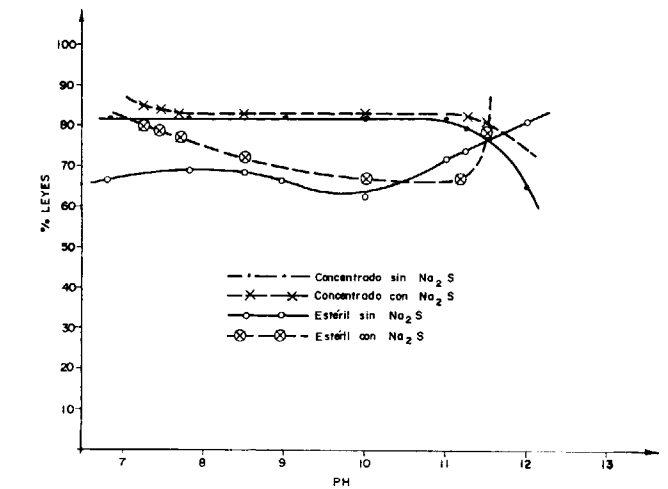


Figura 10

Variación de las leyes en el concentrado y el estéril en función de pH de flotación, con y sin la presencia de Na_2S .

muy similares a las que presenta la recuperación de Pb.

Como se aprecia en la figura 10, la calidad del concentrado, cuando se aumenta el pH en ausencia de Na_2S , es constante hasta $\text{pH}=11$ para luego descender. En lo que concierne al estéril, es de destacar el aumento de calidad que se obtiene cuando el pH es superior a 10.

Las leyes obtenidas en el concentrado cuando se utiliza Na_2S son, en general, mayores que las alcanzadas en ausencia de la sal de sodio. Entre los pH comprendidos entre 7,2 y 7,7 se logran las calidades más altas; para luego, a partir de este último valor, mantenerse constante hasta el $\text{pH}=11,2$, donde empiezan a decrecer. En cuanto a las leyes del estéril cuando se emplea el Na_2S ,

se observa que éstas decrecen en función del aumento del pH hasta un valor de 11,2, desde donde experimentan una notable mejoría.

5. CONCLUSIONES

De los diversos ensayos de flotación realizados, se desprenden las siguientes conclusiones:

— El tiempo de permanencia de la galena en el agua, debe ser controlado para evitar fenómenos de oxidación que afecten a la recuperación del mineral.

— El efecto depresor del Na_2S sobre la galena, se logra con pequeñas dosis de esta sal de sodio y cortos tiempos de acondicionamiento. Cuando se empleen cantidades importantes de este reactivo como agente depresor de una galena que presente un grado de oxidación similar al que ofrecía la muestra estudiada, se han de utilizar tiempos largos de acondicionamiento, ya que, de lo contrario, el efecto buscado, no se logra y de lograrse, puede incluso, ser inferior al efecto depresor producido por la oxidación.

— La utilización de un ambiente excesivamente alcalino ($\text{pH} > 10$) para flotar galena, produce pérdidas de recuperación.

— El efecto depresor del Na_2S sobre la galena, se logrará con dosificaciones que, en ningún caso, eleven el pH de la pulpa más allá de 9,5.

— Pequeñas dosis de Na_2S , en pulpas con valores de pH comprendidos entre 7 y 7,5 (máxima depresión sobre la galena), actúan menos energicamente que cuando, para iguales cantidades de colector, se utiliza un ambiente fuertemente alcalino ($\text{pH} = 12$) y sin la sal de sodio.

6. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Empresa Nacional Adaro por la publicación de este trabajo, a los compañeros del Servicio de Mineralurgia y muy especialmente a los Señores Cavanna y Riaño, por sus consejos y ayudas en la realización de esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

- (1) JELLINEK, K. y CZERWINSKI, J.: *Z. Physik Chem*; vol. 102, págs. 438-479 (1922).
- (2) CASTRO, S.; GOLDFARB, J.; LASKOWSKI, J.: *Sulphidizing reactions in the flotation of oxidized Copper Mineral*. I. Chemical factors in Sulphidization of Copper Oxide. *Inter. Journal of Mineral Processing* 1, págs. 141-149 (1974).
- (3) GAUDIN, A. M.: *Flotation Mc. Graw-Hill, New York* (1957).
- (4) WARK, J. W., and COOX, A. B.: *Am. Inst. Min. Met. Engrs. Tech. Publ. n.º 659* (1936).
- (5) MITROFANOV, S. I.: *Cvetnye Metally*. 1. pág 7 (1944).
- (6) PLAKSIN, I. N.: *Interaction with Gases and Reagents in Flotation*. *Mining Engineering*, págs. 319-324. March (1959).
- (7) KLASSEN, V. I., y MOCROUSOV, V. A.: *An introduction to the theory of Flotation*. Butterworths (1963).
- (8) MELLGREN, O.: *Heat of adsorption and surface reactions of Potassium ethyl xanthate on Galena*. *Trans. Am. Inst. Engrs.*, n.º 235, págs. 46-60 (1966).
- (9) ABRANOV, A. A.; SOLOZHENKIN, P. M.; KULYASHEV, YU. G., y STATSURA, P. F.: *Investigation of the action of reagents and optimization of their concentration in the flotation pulp*. Tenth International Mineral Processing Congress (1973).

Recibido: Mayo 1977.

Las manifestaciones de asbesto en el complejo de Mellid (Galicia)⁽¹⁾

Por J. A. GALVEZ (*) y V. CRESPO (*)

RESUMEN

La presente comunicación se halla basada en los datos de campo obtenidos en la realización del "Estudio básico de las mineralizaciones típicas del NO de Ni-Cr-Cu-Ti y asbestos en Sierra del Careón y Basadre", encomendado y dirigido por el Instituto Geológico y Minero a C. G. S., S. A. y realizado por los autores.

El área estudiada comprende casi la totalidad del complejo de Mellid, compuesto fundamentalmente por metabasitas y rocas ultramáficas, y que se halla enmarcado occidentalmente por el ortogneis de Sobrado, de edad atribuida ordovícica superior, y orientalmente por los granitos hercínicos del macizo de Chantada-Taboada (6).

Dentro del área se distinguen, fundamentalmente, tres grandes cuerpos ultrabásicos, más o menos paralelos y alargados en dirección NNE, separados entre sí por anfíbolitas, y cuyas manifestaciones asbestíferas constituyen el objeto de nuestra atención.

ABSTRACT

This paper is based on field data collected during a basic survey of mining exploration carried out by the authors for the Instituto Geológico y Minero de España.

The investigated area belongs to the southeastern part of the Ordenes Complex and is mainly composed of metabasites and ultramafic rocks. Inside the area, three great ultramafic bodies can be mainly considered. They are more or less parallel and trend in a NNE direction, being separated by zoisite bearing amphibolites.

Asbestos showings are numerous in the eastern ultramafic body, which forms the Careon range, the length of the fibre ranging up to 14 mm. Only two minor asbestos occurrences have been found in the central body, and, finally, a few asbestos veinlets have been seen in the western ultramafic body, with fibres not reaching 1 mm. in length. Chrysotile asbestos mineralization in the area always belongs to "cross-fibre" type.

Brief descriptions of asbestos occurrences and geological framework are made, and hypothesis about asbestos genesis in the area are finally set up.

CONTEXTO GEOLOGICO

Haremos seguidamente una breve descripción de las principales características geológicas de los cuerpos ultrabásicos.

El más occidental de ellos corresponde a los flancos de una antiformal de eje NNE a NE, de tendencia isoclinal y volcada hacia el este. La antiformal se nos muestra en una longitud de casi doce kilómetros y presenta su núcleo constituido por anfíbolitas, de facies granulitas generalmente, caracterizadas por la asociación hornblenda-clinopiroxeno-granate (pirigarnitas), (3), (6). Los flancos de la antifor-

ma están constituidos por peridotitas de composición global lertzolíticas. Las lertzolitas suelen presentarse, bien con aspecto masivo y conteniendo piróxenos de tamaño medio a grueso, o bien con aspecto tableado y conteniendo generalmente piróxenos de pequeño tamaño; en este último caso, los fenómenos de anfíbolización y de serpentización suelen ser más intensos. En ocasiones, se encuentran en estas peridotitas grandes agregados de ortopiróxenos tabulares e incluso granates, y pequeñas bandas y lentejones de piroxenitas.

Envolviendo a la antiformal por el E y N, se halla una formación de anfíbolitas, de color verdoso o blanquecino tamaño de grano muy variable, y foliación mineral unas veces presente y otras no, clasificadas como "anfíbolitas de zoisita" y que, en

(1) Trabajo realizado dentro de las Investigaciones del IGME en la región gallega.

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

general, contienen bastante plagioclasa. Existen algunas evidencias que permiten suponer que estas anfibolitas proceden del metamorfismo de rocas gabroides. El flanco occidental de la antifforma se halla puesto generalmente en contacto, bien con pirigarnitas o bien con ortogneis.

El cuerpo ultrabásico intermedio se presenta con estructura tabular con suave buzamiento hacia el oeste. Presenta una longitud de once kilómetros en dirección NNE a NE y una anchura máxima de unos 2,5 kilómetros. Orientalmente parece cabalgar sobre anfibolitas de zoisita con bajos ángulos de contacto, mientras que occidentalmente se halla fundamentalmente limitado por fallas de dirección NE-SW. Este cuerpo ultrabásico presenta una diferenciación petrológica en una dirección sensiblemente paralela a la de máxima longitud del mismo: orientalmente está constituido por lerzolitas; en su parte central, en la mitad norte, por dunitas, y occidentalmente por harzburgitas y dunitas piroxénicas.

El cuerpo ultrabásico oriental excede en longitud de los límites del área estudiada, presentándose en ella formando una amplia curva cóncava hacia el W, cambiando progresivamente de dirección SW-NE, en el sector meridional, a N-S hacia el norte. Presenta una anchura máxima de unos 3,5 kilómetros y se ha estudiado en una longitud de 20 kilómetros.

A grandes rasgos, presenta este cuerpo ultrabásico una disposición tabular con leve buzamiento, en general, hacia el oeste. Su contacto oriental es cabalgante, situándose generalmente sobre anfibolitas esquistosas, salvo en la zona Hércules-Areosa, en la que se hallan las peridotitas sobre esquistos micáceos. En la mitad norte de este cuerpo ultrabásico se distingue orientalmente una formación de rocas duniticas de casi nueve kilómetros de longitud N-S por una anchura máxima de casi 2,5 kilómetros, en contacto con las anfibolitas esquistosas. En la base de esta formación son algo frecuentes esquistos de clorita y talco. La casi totalidad del resto del cuerpo ultrabásico se halla constituida por harzburgitas y dunitas piroxénicas.

En cuanto a la edad de las rocas básicas y ultrabásicas, HUBREGTSE (3) supone un conjunto precámbrico y otro paleozóico, mientras MAGNA (6) supone para todas una edad precámbrica.

En cualquier caso, todas las rocas ultrabásicas han sufrido una anfibolización y una serpentinización extensivas.

LAS MANIFESTACIONES DE ASBESTO

La totalidad de las manifestaciones de asbesto de crisotilo observadas en el área de Mellid corresponden a su variedad "cross-fibre", en la que la fibra del mineral se halla formando ángulo recto con las paredes de la veta.

Otros minerales asbestiformes, carentes de interés, que se presentan en el área son picrolita y anfíboles del grupo de la tremolita-actinolita.

Las manifestaciones de asbesto son frecuentes en el cuerpo ultrabásico oriental, habiéndose llegado a explotar en el pasado en algunos puntos como al norte de los puntos kilométricos 553 y 554 de la carretera de Lugo a Santiago.

La longitud de las fibras no suele exceder de un centímetro, predominando en general las de uno a cinco milímetros. Excepcionalmente, llegan a alcanzar 14 mm en un indicio situado cerca del monte Arca.

Se localizan manifestaciones de asbestos en este cuerpo ultrabásico en los sectores de San Cidre, monte Arca, monteliú, cima y ladera occidental del monte Arca, Montelén, cima y ladera occidental del Vilouriz, Barazón, Vacariza y norte de Basadre.

En el cuerpo ultrabásico central se han hallado dos pequeñas manifestaciones de asbestos, una en un pequeño afloramiento situado en la pista de Mellid a Meire, y otra entre los vértices Leboeiro y Raposeiras.

Finalmente, en el cuerpo ultrabásico occidental, las escasas vetas observadas no alcanzan un milímetro de longitud de fibra.

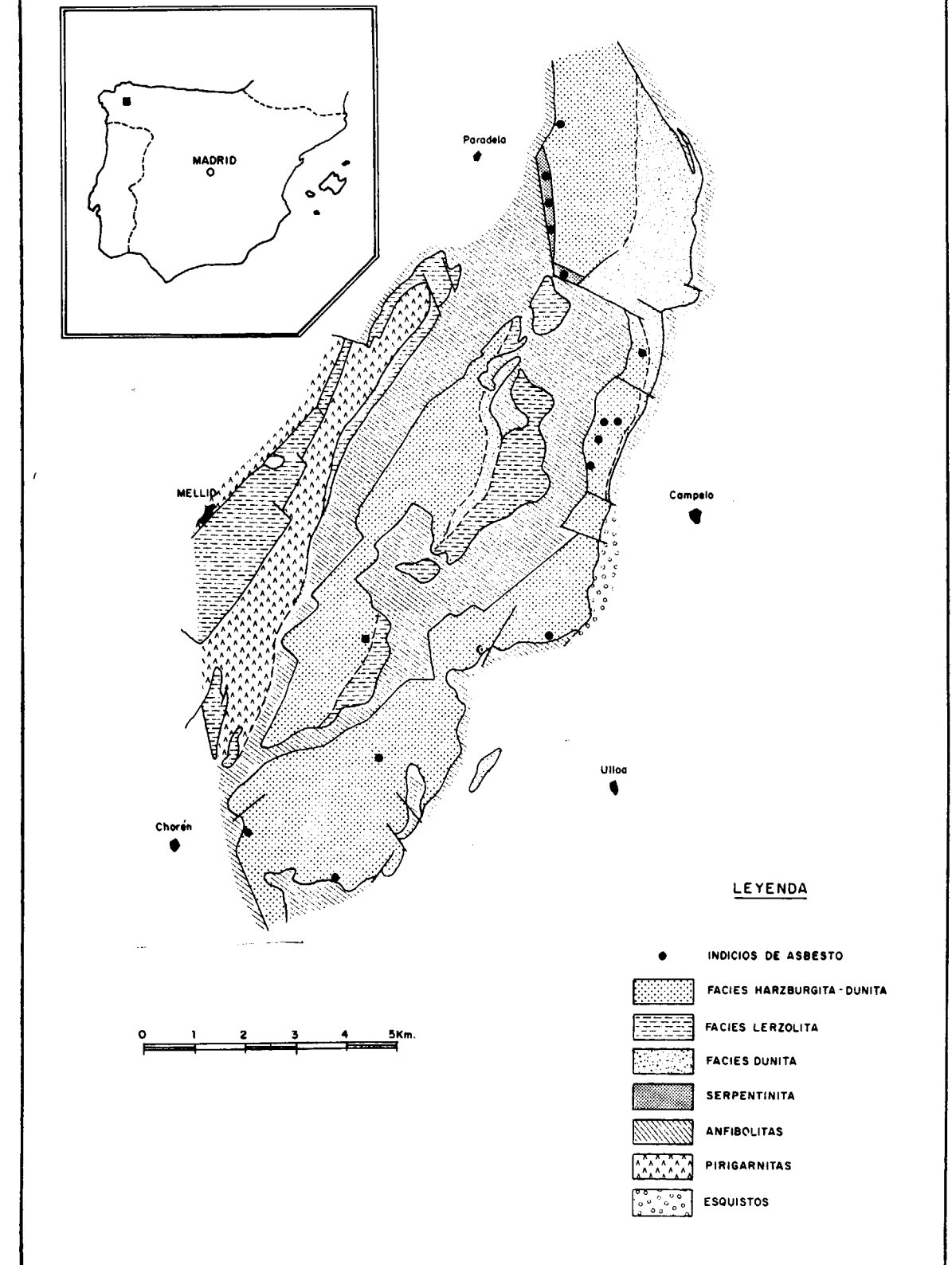
La roca de caja de las mineralizaciones de asbesto en el complejo de Mellid es, en prácticamente todos los casos, peridotita de tipo dunita piroxénica-harzburgita más o menos serpentinizada, pudiéndose distinguir dos subtipos:

a) Serpentinitas masivas, procedentes de serpentinización intensa de rocas del tipo anteriormente citado.

b) Harzburgitas y dunitas piroxénicas extensiva e irregularmente serpentinizadas, pero con intensa serpentinización en estrechas franjas adyacentes a fracturas.

Los indicios del primer subtipo se sitúan en bordes de macizo, bien en zonas adyacentes a fallas o bien en zonas adyacentes a superficies de cabalgamiento.

PLANO GEOLOGICO DEL AREA MELLID - PARADELA



Plano según División de Investigaciones Mineras, IGME.

Los indicios del segundo subtipo no tienen una localización tan precisa, pero generalmente se hallan próximos a contactos con anfibolitas y donde el grado de tectonización es mayor.

HIPOTESIS SOBRE LA GENESIS DE ASBESTO EN EL AREA

Todas las teorías concernientes al origen del asbesto de crisotilo coinciden en la necesidad de una fracturación como requisito previo.

Según RIORDÓN (8), la formación de vetas de crisotilo se realiza del modo siguiente:

— Serpentinización de los bordes de las fracturas en uno o más episodios sucesivos de reemplazamiento por material coloidal.

— Removilización de MgO y SiO₂ a consecuencia de este proceso y relleno de las fracturas por este material en forma coloidal o amorfa.

— Cristalización de este material, con diferenciación total o no en crisotilo y magnetita y removilización de ésta, pasando de modo intermedio por la formación de crisotilo picrolítico.

No se han observado en el área interpenetraciones de vetas de crisotilo que permitan establecer un orden de anterioridad-posterioridad, hecho que unido a la diversidad de orientaciones de las vetas en el conjunto de indicios estudiados, permiten suponer que la génesis de las mineralizaciones tuvo lugar probablemente en una fase única.

Por otra parte, la escasez o ausencia general de picrolita hace suponer que esta fase fue tardía en relación con los acontecimientos tectónicos y metamórficos que afectaron al área. No obstante, a veces pueden observarse ligeras dobladuras en las fibras de crisotilo y pequeñas desviaciones de estas últimas respecto a la perpendicularidad con las paredes de la veta, lo que denota cierta actividad tectónica durante la formación del asbesto.

Debido a los previos fenómenos de anfibolización y serpentinización extensiva, las grandes unidades de dunita parecen haber tendido a comportarse de forma plástica ante los esfuerzos, no resultando una roca de caja apta para este tipo de mineralización. En el otro extremo, las rocas con elevado contenido en piroxenos son poco aptas para sufrir una serpentinización homogénea, por lo que resultarán pobremente mineralizadas y con vetas minúsculas. Por ello, la roca de caja favorable en el área a la mineralización de asbesto es la de composición dunita piroxénica-harzburgita.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Dentro del área se presentan, fundamentalmente, tres grandes cuerpos ultrabásicos, más o menos paralelos y alargados en dirección NNE, separados entre sí por anfibolitas de zoisita.

Las rocas ultrabásicas del área han sufrido una anfibolización y una serpentinización extensivas.

Posteriormente, en una fase probablemente única y tardía en relación con los acontecimientos tectónicos y metamórficos que afectaron al área, se originaron las mineralizaciones de asbesto.

Estas pertenecen a la variedad "cross-fibre" y se localizan selectivamente en peridotitas de composición dunita piroxénica-harzburgita.

Finalmente, pueden distinguirse dos tipos de mineralizaciones de asbesto: unas localizadas en rocas intensivamente serpentinizadas y que se sitúan en bordes de macizo, y otras localizadas en las fracturas intensamente serpentinizadas de rocas que sólo presentan serpentinización extensiva, presentando estas últimas morfología de stockwork.

BIBLIOGRAFIA

- (1) C. I. M. BULLETIN: *The Asbestos Hill Story*, vol. 69, (1976).
- (2) CRESPO, V., GALVEZ, J. A.: *Las manifestaciones asbestíferas de los macizos ultrabásicos de Málaga*. "Bol. Geol. y Min.", t. LXXXVIII, 3.º, p. 38-42 (1977).
- (3) HUBREGTSE, J.: *High-grade metamorphic rocks of the Mellid area, Galicia, NW Spain*. Leidse Geol. Med. Deel 49, 1, p. 9-31 (1973).
- (4) KONING, H.: *Les types de roches bassiques et ultrabassiques qu'on rencontre dans la partie occidentale de la Galice (Espagne)*. Leidse Geol. Med. Deel 36, p. 235-242 (1966).
- (5) MAASKANT, P.: *Chemical petrology of polymetamorphic ultramafic rocks from Galicia, NW Spain*. Leidse Geol. Med., vol. 45, p. 237-325 (1970).
- (6) M. A. G. N. A.: Hoja y memoria 1:50.000, núm. 96, Arzúa.
- (7) PARGA-PONDAL, I.: Nota explicativa del mapa geológico de la parte NO de la provincia de La Coruña. Leidse Geol. Med., vol. 21, p. 467-484 (1956).
- (8) RIORDÓN, P. H.: *Geology of the asbestos deposits of Southeastern Quebec* (1975).
- (9) WARNAARS, F.: *Petrography of a peridotite-, amphibolite and gabbro-bearing polyorogenic terrain NW of Santiago de Compostela (Spain)*. Ph. D. thesis, Leiden Univ., 208 p. (1967).

Recibido: Septiembre 1977.

Nota sobre un banco de datos para rocas ígneas

Por J. L. BRANDLE (*)

RESUMEN

Se da a conocer la existencia de un completo "software" para la realización de un banco de datos y posteriores tratamientos estadísticos destinado fundamentalmente a la petrología ígnea.

ABSTRACT

A complete software to realize a data bank and statistics processing applied to igneous petrology is announced by this note.

INTRODUCCION

El Departamento de Petrología y Geoquímica del Instituto Lucas Mallada del C. S. I. C. viene trabajando desde enero de 1975 en la creación de un banco de datos para información petrológica, que en el momento actual se encuentra en una fase de amplia expansión.

El software de programas para la utilización de este banco fue preparado por F. Chayes y J. L. Brandle en la Carnegie Institution of Washington y está especificado en el Year Book 73. Sin embargo esta programación hubo de ser modificada para adaptarla a las necesidades específicas españolas.

El sistema se ejecuta en el Univac 1108 del Centro de Proceso de Datos del Ministerio de Educación y Ciencia, pero para hacerlo más manejable se dispone de un sistema de teleproceso, para lo cual el Departamento de Petrología cuenta con un Hewlett Packard 9830, que se utiliza como terminal, y que permite la obtención de la información

casi instantáneamente ya que el trabajo se realiza en "demand", es decir, en forma dialogante de preguntas y respuestas.

El número de instrucciones de que consta este software supera las 15.000 programadas, casi todas en Fortran V Univac, con excepción de las realizadas en Assembler para el acceso directo en los ficheros de Fastrand.

INFORMACION CONTENIDA EN EL BANCO DE DATOS

La información que se almacena para cada roca es la más específica de los materiales ígneos y que se decidió después de estudios detallados que son demasiado largos para especificarlos aquí. Esta información puede ser cuantitativa (situación geográfica, por ciento de óxidos, ppm de elementos) y cualitativos (denominación de la roca, edad, mineralogía de fenocristales y de matriz, textura y estructura), así como la información adicional que indica las fuentes originales desde donde fueron tomados estos datos.

(*) Departamento de Petrología y Geoquímica. Instituto Lucas Mallada, C. S. I. C. Madrid.

Como por ciento de óxidos el banco admite valores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , H_2O^+ , H_2^- , que son determinados de una manera sistemática en rocas silicatadas. Los otros elementos minoritarios se introducen en ppm.

Para la clasificación de la roca el sistema reconoce la ideada por Tröger (para rocas ígneas).

Los términos de edad utilizados son los recomendados por el Comité de Nomenclatura de la U.S.A. Geological Survey.

La referencia bibliográfica de donde procede la información almacenada también es introducida en el mismo banco que los datos pero ocupando otros registros que se distinguen de los anteriores por un registro de información auxiliar que puede ser positivo o negativo según la información que acompañe.

El banco de datos cuenta actualmente con más de dos mil análisis de rocas ígneas de los cuales un 75 por 100 aproximadamente pertenecen al grupo de análisis del Archipiélago Canario.

RECUPERACION DE DATOS

Los datos introducidos en el banco pueden ser recuperados de los siguientes modos:

1) Recuperación bibliográfica de algunas zonas geográficas con criterio de selección (nomenclatura de la roca).

2) Recuperación de tablas de normas C.I.P.W. de algunas zonas geográficas con criterio de selección (nomenclatura de la roca).

3) Preparación y posterior recuperación de ficheros específicos con parámetros seleccionados del banco de datos.

Esta última forma de recuperación de datos, es el trabajo más importante que el sistema realiza. Su función es similar a la que realiza un investigador cuando, de una extensa información, extrae lo estrictamente necesario para su hipótesis de trabajo y lo lleva a su cuaderno de notas.

Del mismo modo en el caso de nuestro sistema tenemos un programa que investiga en el fichero general donde selecciona la información necesaria y lo lleva a un fichero de menor tamaño y por lo tanto de menos gasto de computación en su proceso.

La información que queda en este fichero es recogida después de haber pasado los criterios de selección previamente propuestos y que pueden ser cualitativos y cuantitativos.

Cualitativamente la selección puede realizarse mediante las siguientes variables: Presencia o ausencia de minerales, caracteres textuales, edad a que pertenece la roca (anterior, posterior o perteneciente a un piso o era) y por el nombre asignado a la muestra.

La selección cuantitativa se puede realizar por el contenido en por ciento de óxidos, ppm de elementos, moles, minerales normativos, así como por expresiones formados por estas variables y con los signos normales "log, (—), exp, /, *, +, —, =, >, <".

El fichero generado de este modo se le denomina fichero de trabajo y será posteriormente usado con los programas que a continuación se detallan.

PROGRAMAS DE UTILIZACION

Una vez preparado el fichero de trabajo el usuario puede realizar las siguientes investigaciones:

- Listado de un conjunto de variables.
- Histogramas y estadística elemental de un conjunto de variables.
- Distribución binaria y correlación entre dos variables así como correlaciones, parciales con otro conjunto de variables.
- Distribución triangular.
- Análisis discriminante para dos grupos y un número de variables de 25, sin limitación en el número de análisis por grupo.
- Análisis discriminante para cinco grupos y 25 variables, 300 análisis máximo en grupo, y lista de tabla de probabilidades.
- Componentes principales para 15 variables.
- Análisis en modo Q para mil análisis y cincuenta variables.
- Regresión múltiple para un máximo de 25 variables.
- En el uso de todos estos programas se permiten criterios de selección del mismo modo que sucedía en la creación de un fichero de trabajo.

EJEMPLO

Para esclarecer las ideas que fueron expuestas hasta aquí hemos preparado un ejemplo donde se aprecia lo fácil que resulta preparar las imágenes necesarias para resolver un caso como el que se plantea a continuación.

En una investigación petrológica se necesita conocer el diagrama binario entre porcentaje de SiO_2 contra álcalis, de todas las rocas del Archipiélago Canario que contengan menos del 54 por 100 de SiO_2 y con olivino y nefelina normativa.

Las etapas a seguir serían:

a) Creación de un fichero de trabajo (selección del fichero general de un fichero particular que cumpla las condiciones necesarias).

Esto se consigue con la ejecución de un programa que solicita estos datos.

- Título.
 - 1;25/ (investigación de los registros lógicos con información del Archipiélago Canario).
 - B 1 $\text{SiO}_2 < 54$; 01; Ne < 0,01/; Ne < 0,01/ Filtro que exige nuestro criterio de selección.
 - V 1 SiO_2 / Variable que es necesario almacenar para la realización del diagrama.
 - X 1 Alk = $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ Parámetro el diagrama binario.
- Una vez realizado el programa anterior tenemos el fichero específico para la realización del diagrama binario que ejecutamos del siguiente modo:
- Título.
 - 1;1/ (Investigación de registros lógicos).
 - PS SiO_2 ; Alk/ Variables en la representación binaria.
 - Fin.

Recibido: Enero 1977.

Síntesis de la Sepiolita a temperatura ambiente por precipitación homogénea

Por A. LA IGLESIA (*)

RESUMEN

En el presente trabajo se describe la síntesis realizada por precipitación homogénea, a temperatura ambiente, de la sepiolita. Se estudian por difracción de Rayos X y microscopía electrónica los productos obtenidos, demostrándose la presencia junto a la sepiolita de brucita, hidrotalcita y, posiblemente, paligorskita.

A partir de los valores de ΔG_f° para sepiolita, recogidos en la bibliografía, se construye un diagrama de estabilidad del mineral, comparando sus intervalos de formación y de estabilidad teóricos con los resultados experimentales.

ABSTRACT

In this paper the synthesis of sepiolite by homogeneous precipitation, at low temperature, is described. The obtained products are studied by X Ray diffraction and electron microscopy. The results show the presence of brucite, hydrotalcite and possibly paligorskite along the sepiolite.

From the ΔG_f° for sepiolite bibliographic data, a stability diagram of this minerals has been realized being also compared their formation interval with the experimental results.

INTRODUCCION

Durante el curso de sus investigaciones ROY et al. (1954) consiguieron la síntesis en condiciones hidrotermales de casi la totalidad de los minerales de la arcilla. El hecho de no haber obtenido resultados positivos con las arcillas fibrosas (paligorskita, sepiolita), les indujo a establecer la hipótesis de que estos minerales deberían formarse exclusivamente a baja temperatura. Esta idea se sigue manteniendo como lo más probable en la actualidad. MILLOT (1964) confirma esta idea y circunscribe la formación de la sepiolita a un medio de "adición", donde continuamente se aportan los iones necesarios para la precipitación del mineral.

La síntesis de la sepiolita se ha realizado a baja temperatura, en condiciones experimentales muy sencillas, pero que sin embargo, no explican de manera precisa la formación del mineral en la natura-

leza. Así, por ejemplo, WEY y SIFFERT (1962), obtienen sepiolita a partir de disoluciones muy concentradas de sílice y magnesio (140 ppm SiO_2 , relación SiO_2/MgO de 0,7 a 1,67) a pH comprendidos entre 7,8 a 11,2 condiciones difíciles de alcanzar en la naturaleza.

COLE y HUEBER (1956) señalan la aparición de un silicato de magnesio hidratado de composición $4\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (similar a la sepiolita), formado al adicionar sílice disuelta al agua de mar. Usando este método, WOLLAST et al. (1968) obtienen sepiolita, agregando pequeñas cantidades de silicato sódico (20 a 140 ppm) al agua del mar, ajustando el pH alrededor de 8, por adición de ácido clorhídrico.

Para conseguir unas condiciones experimentales próximas a las naturales, en este trabajo se ha realizado la síntesis del mineral por precipitación homogénea, mediante un lento aporte de iones magnesio en un medio que contiene sílice disuelta. El método experimental está basado en los trabajos de LA

IGLESIA et al. (1975, 1976) y en las ideas sobre la génesis del mineral de MILLOT (1962). Además de las condiciones de síntesis, se discute la estabilidad del mineral a partir de los resultados obtenidos del estudio del diagrama de solubilidad construido utilizando las energías libres recogidas en la literatura.

Las medidas de concentración de Mg en solución se han realizado por espectrofotometría de absorción atómica, las de SiO_4H_4 , por colorimetría del complejo reducido azul del ácido silicomolibdico y el pH con un pHmetro Beckman Spandomatic.

Experimental.

Para realizar la precipitación homogénea, se ha empleado 1 gr de periclase en suspensión en 250 ml de disoluciones que contienen 20 ppm de sílice (sistemas B), adicionando además en algunos casos 20 ppm de aluminio (sistemas A), en un rango de pH comprendido entre 6 y 9. En la tabla I, se resumen las características de las disoluciones de partida y en la tabla II se presentan las mismas, medidas al transcurrir sesenta días, tiempo que se ha considerado suficiente para alcanzar el equilibrio.

La periclase empleada se ha obtenido calcinando 1.000°C , en corriente de N_2 , durante dos horas, carbonato de magnesio. El producto se obtiene como un polvo fino, de un tamaño de partícula menor de 0,1 mm y, prácticamente, no contiene impurezas (por análisis químico se han encontrado solamente trazas de Na_2O y CaO).

Resultados experimentales.

La precipitación homogénea se ha realizado manteniendo a temperatura ambiente durante sesenta días las soluciones definidas en la tabla I, a las que previamente se ha adicionado 1 gr de periclase.

En la tabla II, se muestran las concentraciones de SiO_4H_4 , magnesio en solución y el pH de las soluciones, medidos estos parámetros después de transcurrir el tiempo indicado.

Los precipitados obtenidos se separaron por decantación, se filtraron y se secaron a temperatura ambiente, estudiándose posteriormente por difracción de Rayos X y microscopía electrónica.

La difracción de Rayos X, en las muestras del sistema A, indica la existencia de brucita e hidrotalcita ($\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{CO}_3(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). En los precipitados obtenidos a pH superior a 6, se han encontrado además reflexiones correspondientes a sepiolita, y en

TABLA I
Concentraciones iniciales de magnesio, aluminio, sílice y pH en las distintas síntesis

	Sistemas A				Sistemas B			
	5,95	7,20	8,10	9,20	6,10	7,10	7,90	9,05
pH	5,95	7,20	8,10	9,20	6,10	7,10	7,90	9,05
log (SiO_4H_4)		— 3,68				— 3,68		
log (Al^{3+})		— 7,0				— 7,0		
log (Mg^{2+})		— 7,0				— 7,0		
(Mg)/(SiO_4H_4)		—				—		

TABLA II
Concentraciones finales de magnesio, aluminio, sílice y pH en las distintas síntesis

	Sistemas A				Sistemas B			
	5,95	7,20	8,10	9,20	6,10	7,10	7,90	9,05
pH inicial	5,95	7,20	8,10	9,20	6,10	7,10	7,90	9,05
pH final	9,20	9,65	9,90	10,20	9,50	9,60	9,80	9,90
log [SiO_4H_4]	—7	—7	—7	—7	—7	—7	—7	—7
log [Al^{3+}]	—3,73	—3,59	—3,65	—3,48	—	—	—	—
log [Mg^{2+}]	—2,14	—3,04	—3,61	—3,69	—3,12	—3,08	—3,64	—3,72

(*) Instituto Lucas Mallada del C. S. I. C. Madrid.

TABLA III

Espaciados e intensidades de difracción de Rayos X de las fases sintetizadas en algunas muestras de los sistemas A y B.

A pH 6		A pH 8		B pH 7		B pH 8		fases
d ₀	I/I ₀	d ₀	I/I ₀	d ₀	I/I ₀	d ₀	I/I ₀	
—	—	11,70	6	11,90	5	—	—	Sep
—	—	10,50	7	—	—	—	—	Pal
7,69	10	7,55	8	—	—	—	—	Hi
4,77	80	4,77	90	4,78	85	4,79	90	Bru
—	—	4,54	7	4,57	10	4,53	8	Sep
3,85	5	3,85	5	—	—	—	—	Hi
—	—	3,74	5	3,74	6	3,73	5	Sep
—	—	3,38	5	3,39	5	3,38	5	Sep
2,58	5	2,58	5	—	—	—	—	Hi
2,36	100	2,36	100	2,36	100	2,36	100	Bru
1,94	5	1,96	5	—	—	—	—	Hi
1,79	50	1,79	60	1,79	55	1,80	65	Bru
1,58	30	1,58	30	1,58	20	1,58	25	Bru
1,49	20	1,49	18	1,49	15	1,50	20	Bru

Sep=serpentina, Pal=paligorskita, Hi=hidrotalcita, Bru=brucita.

los superiores a 7, se han encontrado también reflexiones a 10,5-10,6 Å, que suponemos son debidas a la presencia de paligorskita. La existencia en las muestras de este último mineral no se pudo confirmar, porque en los diagramas no aparecen otras reflexiones características del mineral. En la tabla III, se recogen los resultados de difracción de Rayos X

el área de las reflexiones de sepiolita (11, 9 y 4,54 Å) y de la banda a 7,40-7,80 Å, correspondiente a la hidrotalcita. En la tabla IV, se presentan estas áreas en unidades arbitrarias.

La cristalinidad de los materiales se ha estudiado usando el método de Scherrer, midiendo la anchura

TABLA IV

Áreas de las reflexiones y tamaño de cristal de las fases obtenidas en las distintas muestras sintetizadas.

pH inicial	Sistema A				Sistema B					
	R. 11. 9 Å		R. 4, 54 Å		R. 7, 8-7, 4 Å		R. 11. 9 Å		R. 4, 54 Å	
	A	D ₁₁₀	A	D ₀₆₀	A	D ₀₀₂	A	D ₁₁₀	A	D ₀₆₀
6	—	—	—	—	50	150	—	—	—	—
7	25	125	7	650	67	280	25	100	8	950
8	39	190	12	825	83	350	—	—	10	825
9	28	250	6	640	55	280	23	160	4	520

R=reflexión, A=área unidades arbitrarias, D=tamaño de cristal en Å para la reflexión considerada.

de las muestras sintetizadas a pH 6 y 8 en el sistema A.

Los precipitados obtenidos en el sistema B contenían como fases cristalinas brucita y sepiolita. En la tabla III se recogen también los datos de difracción de Rayos X para precipitados obtenidos en este sistema a pH 7 y 8.

Para realizar una estimación del porcentaje de material cristalino en las muestras se ha medido

de las reflexiones a 11,9 y 4,54 Å, de la sepiolita, en la mitad de su altura, y empleando la ecuación:

$$D_{hkl} = \frac{K \lambda}{\beta \cos \theta}$$

Para la constante K, y de acuerdo con KLUG y ALEXANDER (1954), se ha tomado el valor de 1,98 para la reflexión a 11,9 Å, por ser de tipo h k 0 y el valor 0,90, para reflexión a 4,54 Å y la banda a

TABLA V

Log K_r, calculados a partir de los equilibrios sepiolita-agua a 25°C y 1 atm.

	log K (W)	long K (Ch)
(1) Mg ₃ Si ₁₂ O ₃₀ (OH) ₄ (H ₂ O) ₄ 8H ₂ O + 16H ⁺ + 2H ₂ O ⇌ 8Mg ⁺ + 12SiO ₄ H ₄ ...	73,47	62,62
(2) Mg ₃ Si ₁₂ O ₃₀ (OH) ₄ (H ₂ O) ₄ 8H ₂ O + 18H ₂ O ⇌ 8Mg(OH) ₂ bruc + 12SiO ₄ H ₄ ...	— 60,13	— 70,98
(3) Mg ₃ Si ₁₂ O ₃₀ (OH) ₄ (H ₂ O) ₄ 8H ₂ O + 18H ₂ O ⇌ 8Mg(OH) ₂ bruc + 12SiO ₄ H ₂ ⁻ + 24H ⁺ ...	— 324,06	— 334,91

(W) Valor calculado a partir de los datos de ΔG⁰ de Wollast et al. (1968).

(Ch) Calculado a partir de los datos de Christ et al. (1973).

7,80-7,40 Å, que son de tipo 0k0 y 001, respectivamente. Para el cálculo de β 1/2, se ha introducido una corrección, empleando cuarzo bien cristalizado. En la tabla IV, se presentan estos resultados.

Para conocer la morfología de los cristales se han estudiado por microscopía electrónica los diferentes precipitados obtenidos. La identificación de fases cristalinas por esta técnica presenta serias dificultades ya que se encuentran incluidos en materiales amorfos y multitud de cristales informes de brucita, como el que se presenta en la figura 1, que corres-

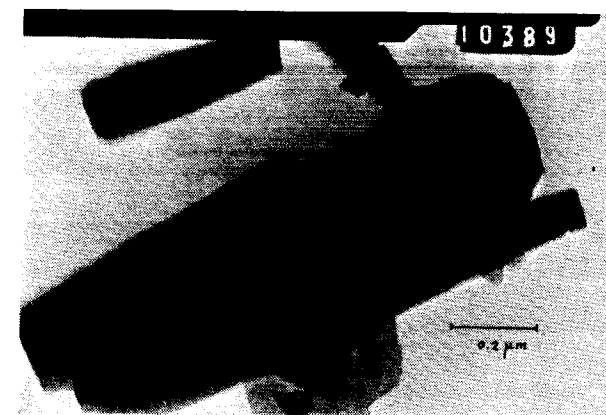


Figura 1

Cristal de brucita encontrado en el precipitado obtenido a pH inicial 6, sistema B.

ponde al precipitado obtenido a pH 6, en el sistema B. También se han encontrado formas exagonales que, de acuerdo con GASTUCHE et al. (1967), deben atribuirse a la presencia de hidroxicarbonatos. En las figuras 2 y 3, se presentan algunos de estos cristales que aparecen en los precipitados obtenidos a pH 6 y 7 en el sistema A.



Figura 2

Cristales planos de hidroxicarbonato de aluminio y magnesio encontrados en el precipitado obtenido a pH 6, sistema A.



Figura 3

Cristales planos de hidroxicarbonatos de aluminio y magnesio encontrados en el precipitado obtenido a pH inicial 7, sistema A.

TABLA V

Log K_r, calculados a partir de los equilibrios sepiolita-agua a 25° C y 1 atm.

	log K (W)	long K (Ch)
(1) $Mg_8Si_{12}O_{30}(OH)_4(H_2O)_4 \cdot 8H_2O + 16H^+ + 2H_2O \rightleftharpoons 8Mg^{2+} + 12SiO_4H_4$	73,47	62,62
(2) $Mg_8Si_{12}O_{30}(OH)_4(H_2O)_4 \cdot 8H_2O + 18H_2O \rightleftharpoons 8Mg(OH)_2_{bruc} + 12SiO_4H_4$	— 60,13	— 70,98
(3) $Mg_8Si_{12}O_{30}(OH)_4(H_2O)_4 \cdot 8H_2O + 18H_2O \rightleftharpoons 8Mg(OH)_2_{bruc} + 12SiO_4H_2^- + 24H^+$	— 324,06	— 334,91

(W) Valor calculado a partir de los datos de ΔG_f^0 de Wollast et al. (1968).

(Ch) Calculado a partir de los datos de Christ et al. (1973).

7,80-7,40 Å, que son de tipo 0k0 y 001, respectivamente. Para el cálculo de β 1/2, se ha introducido una corrección, empleando cuarzo bien cristalizado. En la tabla IV, se presentan estos resultados.

Para conocer la morfología de los cristales se han estudiado por microscopía electrónica los diferentes precipitados obtenidos. La identificación de fases cristalinas por esta técnica presenta serias dificultades ya que se encuentran incluidos en materiales amorfos y multitud de cristales informes de brucita, como el que se presenta en la figura 1, que corres-

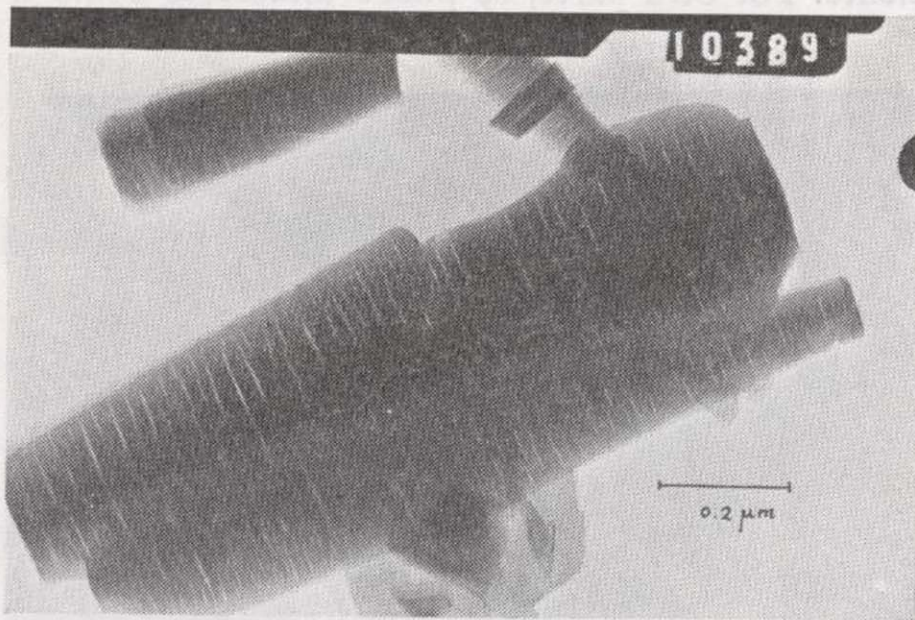


Figura 1

Cristal de brucita encontrado en el precipitado obtenido a pH inicial 6, sistema B.

ponde al precipitado obtenido a pH 6, en el sistema B. También se han encontrado formas exagonales que, de acuerdo con GASTUCHE et al. (1967), deben atribuirse a la presencia de hidroxicarbonatos. En las figuras 2 y 3, se presentan algunos de estos cristales que aparecen en los precipitados obtenidos a pH 6 y 7 en el sistema A.

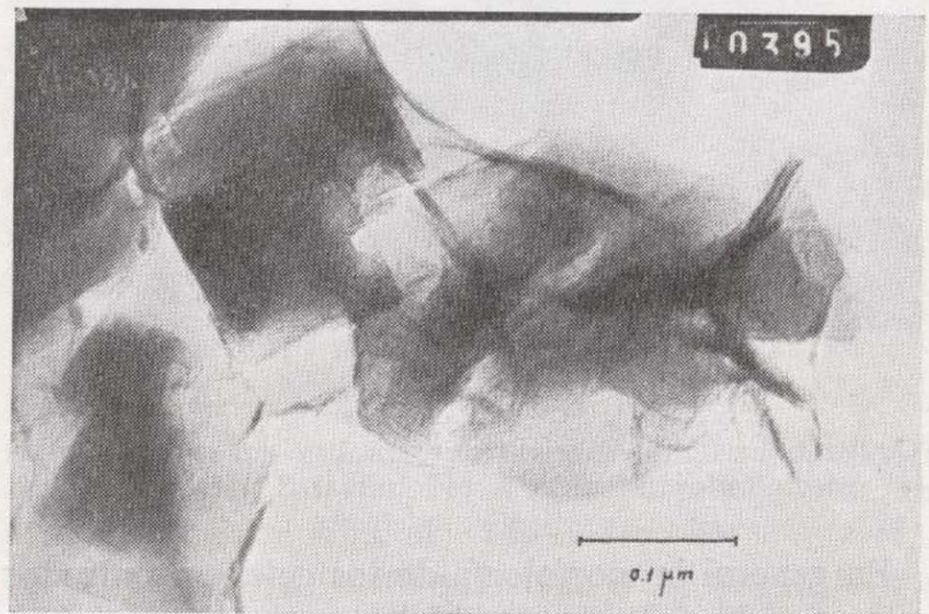


Figura 2

Cristales planos de hidroxicarbonato de aluminio y magnesio encontrados en el precipitado obtenido a pH 6, sistema A.

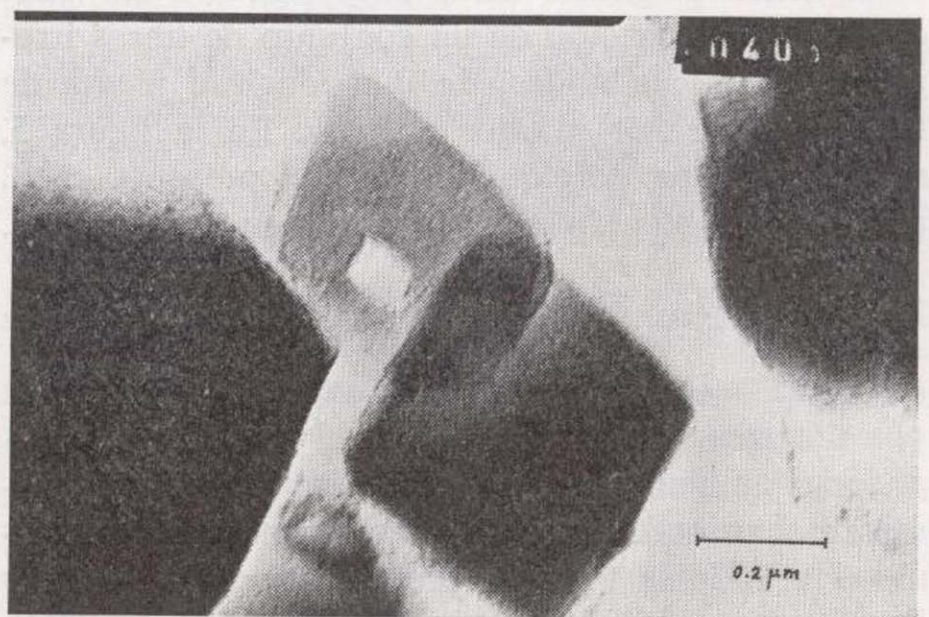


Figura 3

Cristales planos de hidroxicarbonatos de aluminio y magnesio encontrados en el precipitado obtenido a pH inicial 7, sistema A.

En la figura 4 se muestra una fibra de $0,9 \mu$ de longitud y 1.000 \AA de grosor que se ha encontrado en el precipitado obtenido a pH 8 del sistema B. Esta fibra es semejante a los cristales de sepiolita natural. Se han encontrado otros ejemplares con parecida morfología en las distintas muestras estudiadas.

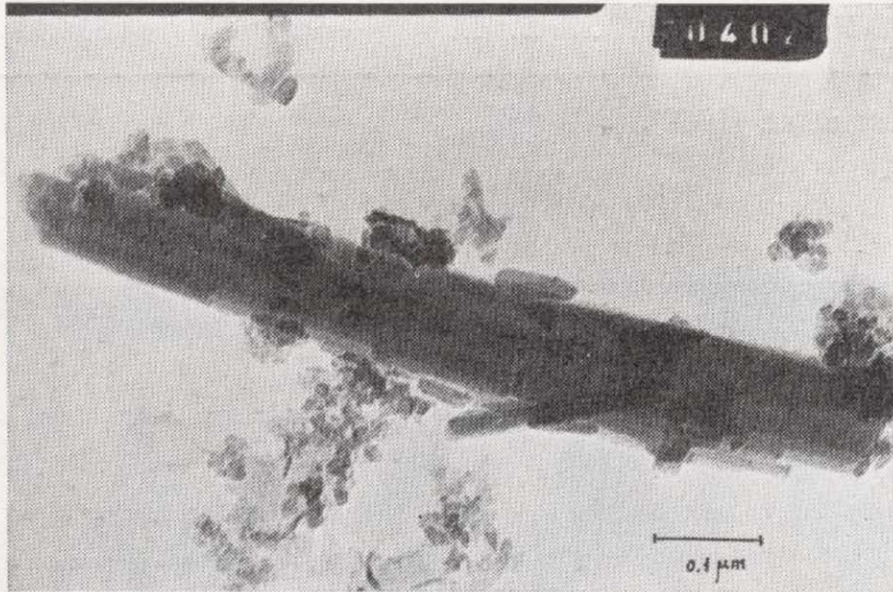


Figura 4

Agregado cristalino fibroso de sepiolita encontrado en el precipitado obtenido a pH inicial 8, sistema A.

En general la morfología de los geles encontrados corresponde al tipo esferoidal con gran tendencia a formar agregados en racimo. El tamaño de partícula de las esférulas es inferior a 50 \AA . Este gel es muy similar al "aerosil" descrito por BEUTELSPACHER y VAN DER MAREL (1968). También aparecen aunque en pequeñas proporciones, geles similares a los descritos por LA IGLESIA (1977) como tipo laminar intensamente plegados. Esta superposición de pliegues dan la sensación de un conjunto de fibras irregularmente distribuidas, de una longitud media de $0,1 \mu$ y de grosor inferior a 50 \AA . En la figura 5, se muestra una porción de este gel presente en el precipitado obtenido a pH inicial 6, en el sistema B.

Diagrama de estabilidad de sepiolita a 25°C y 1 atm

WOLLAST et al. (1968) construyen por primera vez una diagrama de estabilidad de la sepiolita en condiciones ambientales. Estos autores, calculan previamente el valor ΔG_f° en una sepiolita de baja cristalinidad usando la fórmula propuesta por BRAUNER y PREISINGER (1956) para el Mineral, $\text{Mg}_8\text{Si}_{12}\text{O}_{30}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. El valor obtenido para ΔG_f° es de $4407,0 \text{ Kcal/mol}$.

CHRIST et al. (1973) obtienen para una sepiolita bien cristalizada, empleando la misma fórmula, el

valor ΔG_f° de $4422,24 \text{ Kcal/mol}$. Este último valor coincide además con el que se puede calcular teóricamente según los métodos de TARDY y GARRELS (1974) y NRIAGU (1975).

En el presente trabajo, con objeto de estudiar la evolución de las disoluciones a lo largo del proceso de precipitación, se construye un diagrama de estabilidad de sepiolita en función del pH del medio y de la concentración de magnesio y sílice en solución, considerando las diferencias entre las energías libres de formación de fases de alta y baja cristalinidad.

En la tabla IV, se presentan las ecuaciones teóricas de solubilidad y precipitación de la sepiolita, en función del pH del medio. Así como los valores de $\log K$, calculados para cada ecuación, usando para sepiolitas las energías libres de WOLLAST et al. y CHRIST et al. y para iones las recogidas por ROBIE y WALDBAUM (1968), WAGMAN et al. (1968) y TARDY y GARRELS (1974).

Del equilibrio (2) de la tabla IV, se puede calcular el límite de $[\text{SiO}_4\text{H}_4]$ por debajo del cual, la sepiolita se disuelve incongruentemente para dar brucita. Estos límites son de $10^{-5,92}$ y $10^{-5,10}$, usando los valores de Christ et al. y Wollast et al., respectivamente. Por otra parte, se puede establecer como lí-

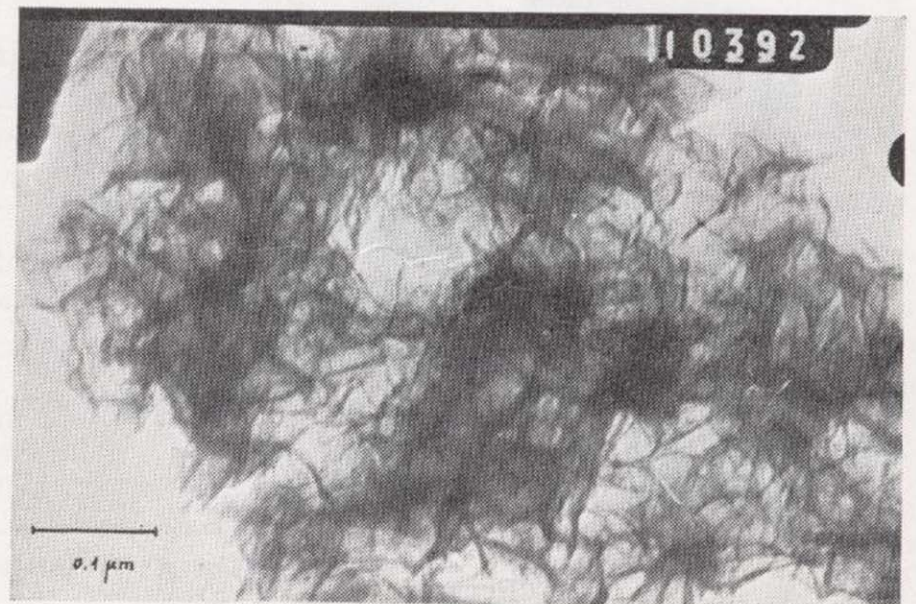


Figura 5

Agregado de geles laminares intensamente plegados encontrado en el precipitado obtenido a pH inicial 6, sistema B.

mite máximo de $[\text{SiO}_4\text{H}_4]$, por encima del cual no cristaliza el mineral a temperatura ambiente, el valor $10^{-2,6}$, que es el límite de solubilidad de la sílice monómera. En este intervalo se encontrará el cam-

En la figura 4 se muestra una fibra de $0,9 \mu$ de longitud y 1.000 \AA de grosor que se ha encontrado en el precipitado obtenido a pH 8 del sistema B. Esta fibra es semejante a los cristales de sepiolita natural. Se han encontrado otros ejemplares con parecida morfología en las distintas muestras estudiadas.

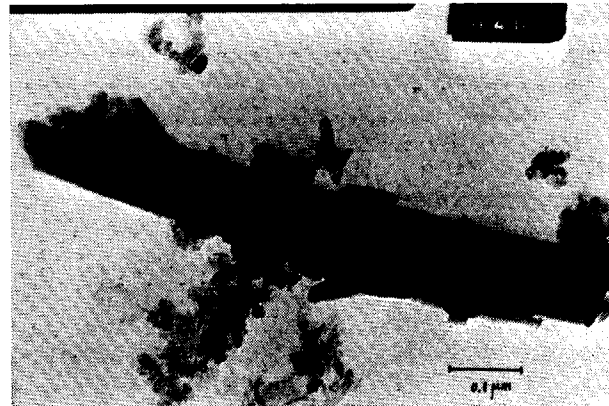


Figura 4

Agregado cristalino fibroso de sepiolita encontrado en el precipitado obtenido a pH inicial 8, sistema A.

En general la morfología de los geles encontrados corresponde al tipo esferoidal con gran tendencia a formar agregados en racimo. El tamaño de partícula de las esférulas es inferior a 50 \AA . Este gel es muy similar al "aerosil" descrito por BEUTELSPACHER y VAN DER MAREL (1968). También aparecen aunque en pequeñas proporciones, geles similares a los descritos por LA IGLESIA (1977) como tipo laminar intensamente plegados. Esta superposición de pliegues dan la sensación de un conjunto de fibras irregularmente distribuidas, de una longitud media de $0,1 \mu$ y de grosor inferior a 50 \AA . En la figura 5, se muestra una porción de este gel presente en el precipitado obtenido a pH inicial 6, en el sistema B.

Diagrama de estabilidad de sepiolita a 25°C y 1 atm

WOLLAST et al. (1968) construyen por primera vez una diagrama de estabilidad de la sepiolita en condiciones ambientales. Estos autores, calculan previamente el valor ΔG_f° en una sepiolita de baja cristalinidad usando la fórmula propuesta por BRAUNER y PREISINGER (1956) para el Mineral, $\text{Mg}_8\text{Si}_{12}\text{O}_{30}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. El valor obtenido para ΔG_f° es de $4407,0 \text{ Kcal/mol}$.

CHRIST et al. (1973) obtienen para una sepiolita bien cristalizada, empleando la misma fórmula, el

valor ΔG_f° de $4422,24 \text{ Kcal/mol}$. Este último valor coincide además con el que se puede calcular teóricamente según los métodos de TARDY y GARRELS (1974) y NRIAGU (1975).

En el presente trabajo, con objeto de estudiar la evolución de las disoluciones a lo largo del proceso de precipitación, se construye un diagrama de estabilidad de sepiolita en función del pH del medio y de la concentración de magnesio y sílice en solución, considerando las diferencias entre las energías libres de formación de fases de alta y baja cristalinidad.

En la tabla IV, se presentan las ecuaciones teóricas de solubilidad y precipitación de la sepiolita, en función del pH del medio. Así como los valores de $\log K$, calculados para cada ecuación, usando para sepiolitas las energías libres de WOLLAST et al. y CHRIST et al. y para iones las recogidas por ROBIE y WALDBAUM (1968), WAGMAN et al. (1968) y TARDY y GARRELS (1974).

Del equilibrio (2) de la tabla IV, se puede calcular el límite de $[\text{SiO}_4\text{H}_4]$ por debajo del cual, la sepiolita se disuelve incongruentemente para dar brucita. Estos límites son de $10^{-5,92}$ y $10^{-5,10}$, usando los valores de Christ et al. y Wollast et al., respectivamente. Por otra parte, se puede establecer como lí-



Figura 5

Agregado de geles laminares intensamente plegados encontrado en el precipitado obtenido a pH inicial 6, sistema B.

mite máximo de $[\text{SiO}_4\text{H}_4]$, por encima del cual no cristaliza el mineral a temperatura ambiente, el valor $10^{-2,6}$, que es el límite de solubilidad de la sílice monómera. En este intervalo se encontrará el cam-

po de estabilidad de la sepiolita a temperatura ambiente.

A partir de los equilibrios (1) y (3) de la tabla IV, se pueden calcular además los límites de estabilidad de la sepiolita en función del pH de la disolución. Estos resultados se presentan en el diagrama tridimensional de la figura 6. Como puede observarse en el citado diagrama, la estabilidad del mineral crece al aumentar la alcalinidad del medio, hasta un valor de pH que depende de la concentración de sílice, para el cual el mineral se disuelve incongruentemente.

Teniendo en cuenta la relación existente entre la cristalinidad del material y su energía libre de formación, puede considerarse el valor de ΔG_f° , obtenido por Wollast et al., como límite entre el campo de estabilidad de las fases amorfas y el de la sepiolita cristalina, y el valor de ΔG_f° obtenido por Christ et al., el límite entre este último campo y el de las fases en solución. Es decir, el campo de

formación del mineral queda restringido al volumen que delimitan los planos calculados a partir de los datos de Christ et al. y Wollast et al. (rayado en el diagrama). Por tanto, un sistema cuya energía libre fuera superior al ΔG_f° calculado por Wollast et al. formaría exclusivamente un gel amorfo, a pesar de que en este intervalo la sepiolita puede permanecer como fase estable.

Discusión

LA IGLESIA et al. (1975, 1976, 1977) aplicaron la técnica de precipitación homogénea a la síntesis de caolinita y paligorskita, llegando a la conclusión de que en las específicas condiciones de precipitación conseguidas pueden cristalizar estos minerales sin recurrir a otros artificios de laboratorio de difícil extrapolación al medio natural. Basándose en estas ideas, se ha intentado la cristalización de la sepiolita utilizando la misma técnica.

La periclasa en medio acuoso produce el hidróxido de magnesio (brucita) según la reacción: $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$. Esta última fase se disocia en medio acuoso en la proporción permitida por su producto de solubilidad: $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{++} + 2\text{OH}^-$. En un medio que contenga sílice disuelta (en forma de SiO_4H_4 , SiO_4H_3^- o $\text{SiO}_4\text{H}_2^{2-}$, dependiendo del pH del medio), pueden producirse fases silicatadas más insolubles y como resultado, el equilibrio se desplazará hacia el segundo término. De esta forma, la brucita actúa como fuente de iones magnesio. En estos sistemas es posible, por tanto, justificar la formación de sepiolita, a través de un proceso de precipitación homogénea.

Suponiendo que la concentración de magnesio en las disoluciones antes de añadir la periclasa es del orden de 10^{-7} (límite de detección del magnesio), en el diagrama de estabilidad de la figura 6, se han representado por los puntos a, b, c y d, las concentraciones iónicas de partida de las distintas síntesis del sistema A. Los puntos a', b', c' y d' representan las concentraciones iónicas en equilibrio con las fases sólidas transcurridos sesenta días. Las líneas que unen los puntos a-a', b-b', etc. indican la probable evolución de las concentraciones iónicas durante la precipitación. Como puede observarse, estas líneas cortan a los planos que limitan el campo de estabilidad de la sepiolita. En consecuencia, el mineral debe cristalizar durante la evolución de la disolución. En el caso de que la concentración iónica no evolucionara linealmente, sino por el con-

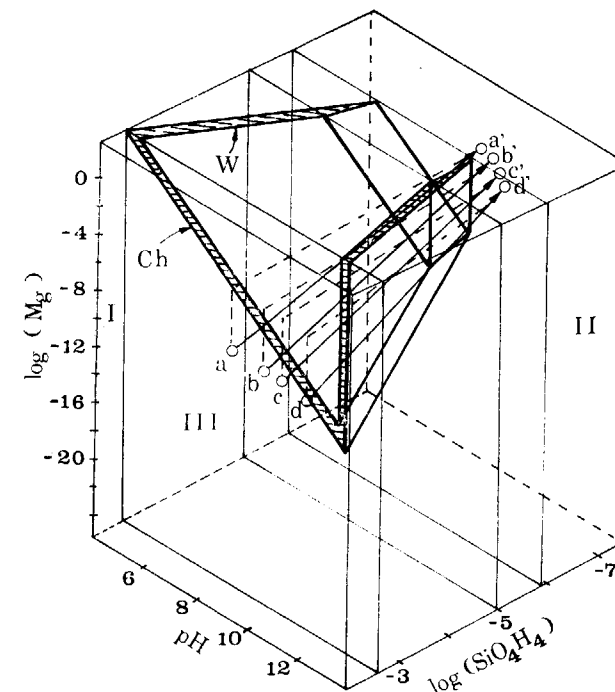


Figura 6

Diagramas de estabilidad de la sepiolita, contruidos a partir de los equilibrios de la tabla V, a 25°C y 1 atm . Ch, diagrama construido con datos de Christ et al., W, diagrama construido con datos de Wollast et al. I, Campo de estabilidad SiO_2 amorfo. II, campo de estabilidad $\text{Mg}(\text{OH})_2$. III, iones en disolución.

trario se produjera un brusco salto de la concentración de Mg^{++} , inmediatamente después de agregar la periclasa a la solución (representado por líneas punteadas en el diagrama), también se cortaría el campo de estabilidad de la sepiolita, apareciendo el mineral.

Con el método experimental propuesto se consigue atravesar totalmente el campo de formación de la sepiolita, pudiendo por tanto aparecer conjuntamente fases de alta y baja cristalinidad. Los métodos de síntesis de WEY y SIFFERT (1962), COLE y HUEBER (1956) y WOLLAST et al. (1968) no obtienen tan buena cristalización, debido a que los pH de las disoluciones se desplazan desde el lado alcalino al ácido, es decir, a regiones del campo de estabilidad donde aparecen productos amorfos.

La formación de hidrotalcita en los precipitados del sistema A, puede justificarse teniendo en cuenta la posible carbonatación de las soluciones. GASTUCHE et al. (1967) operan en condiciones experimentales parecidas y obtienen productos análogos. Con relaciones iniciales $Mg/Mg+Al$, comprendidas entre 0,95 y 0,85, los citados autores obtienen la mezcla brucita-hidroxicarbonatos, y en el intervalo 0,65-0,1, la mezcla bayerita-hidroxicarbonatos. Por tanto, se puede esperar que para las altas relaciones $Mg/Mg+Al$ de nuestras experiencias, se obtenga brucita acompañada de hidroxicarbonato.

De acuerdo con WOLLAST et al. (1968), la presencia de iones extraños a la sílice y al magnesio no influye en la precipitación de la sepiolita. Este resultado también se confirma en este trabajo al comparar los productos obtenidos en las síntesis que contienen alúmina (sistemas A) con las que no la contienen (sistemas B). En la tabla IV, se presentan las áreas de los efectos de difracción correspondientes a la sepiolita sintetizada (reflexiones a 11,9 y 4,54 Å). Estas áreas son índices del porcentaje de material cristalino en las muestras y, por tanto, del rendimiento de la síntesis. Las áreas de la reflexión a 11,9 Å medida en los diagramas de difracción de los precipitados del sistema A, varían desde 25 a 39 unidades, y las medidas en el sistema B desde 23 a 25 unidades. Teniendo en cuenta los errores experimentales en la medida, el rendimiento de la cristalización en ambos sistemas es semejante. Por las mismas razones (errores de medida) no puede establecerse exactamente el intervalo de pH

en que se favorece la formación del mineral. Sin embargo, en los dos sistemas estudiados, la cristalización de la sepiolita se produce en soluciones cuyo pH de partida es superior a 6.

En cuanto a la cristalinidad de la sepiolita e hidrotalcita sintetizadas, se observa un ligero aumento del tamaño de partícula conforme los pH de partida se van elevando. Esta observación está de acuerdo, en el caso de la sepiolita, con el diagrama de formación calculado, ya que para valores constantes de la concentración de sílice y magnesio, un aumento del pH desplaza al sistema hacia zonas de más alta cristalinidad.

BIBLIOGRAFIA

- BEUTELPACHER, R. H. and VAN DER MAREL, H. W.: *Atlas of electron microscopy of clay minerals and their admixtures*. Elsevier London, 333 p. (1968).
- BRAUNER, K. and PAEISINGER, A.: *Structure of sepiolite*. Mineral Petrol., Mitt., 6, 120-140 (1956).
- CHRIST, C. L., HOSTETLER, P. B. and SIEBERT, R. M.: *Studies in the system $MgO-SiO_2-CO_2-H_2O$ (III). The activity product constant of sepiolite*. Am. J. Science, 273, 65-83 (1973).
- COLE, W. F. and HUEBER, H. V.: *Hydrated magnesium silicates and aluminates formed synthetically and by action of sea water on concrete*. Silicates Ind., 31, 75-85 (1956).
- GASTUCHE, M. C., BROWN, G. and MORTLAND, M. M.: *Mixed magnesium-aluminium hydroxides I. Preparation and characterisation of compound formed in dialysed systems*. Clay Miner., 7, 177-192 (1967).
- KLUG, H. P. and ALEXANDER, L. E.: *X-Ray diffraction procedures for polycrystalline and amorphous materials*. Wiley, New York, 504 p. (1954).
- LA IGLESIA, A. and MARTÍN VIVALDI, J. L.: *Synthesis of kaolinite by homogeneous precipitation at room temperature. I use of anionic resins in (OH) form*. Clay Minerals, 10, 309-405 (1975).
- LA IGLESIA, A., MARTÍN VIVALDI, J. L. Jr. and LÓPEZ AGUAYO, F.: *Kaolinite crystallization at room temperature by homogeneous precipitation III: Hydrolysis of feldspars*. Clays and Minerals., 24, 36-42 (1976).

LA IGLESIA, A.: *Precipitación por disolución homogénea de silicatos de aluminio y magnesio a temperatura ambiente. Síntesis de la paligorskita*. Clay Minerals (en prensa) (1977).

NRIAGU, J. O.: *Thermochemical approximations for clay minerals*. Amer. Mineralogist., 60, 834-839 (1975).

ROBIE, R. E. and WALDBAUM, D. R.: *Thermodynamic properties of minerals and related substances at 298,15°K at one atmosphere pressure and at higher temperatures*. Geol. Survey Bull., 1259, 255 p. (1968).

ROY, D. M. and ROY, A.: *An experimental study of the formation and properties of synthetic serpentines and related layer silicate minerals*. Am. Mineralogist., 39, 957-975 (1954).

TARDY, Y. and GARRELS, R. M.: *A method of estimating the gibbs energies of formation of layer silicates*. Geochim. et Cosmochim. Acta, 38, 1101-1116 (1974).

WAGMAN, D. D., EVANS, W. H., PARKER, V. B., HALOW, I., BAILEY, M. and SCHUMM, R. H.: *Selected values of chemical thermodynamic properties*. N. B. S. Technical Note 270-3, 270-4, 453 p. (1968).

WEY, R. et SIFFERT, B.: *Reactions de la silice monomoléculaire en solution avec les ions Al^3+ et Mg*. Coll. Internaux du C. N. R. S. 105. Genese et synthese des argiles, 11-23 (1962).

WOLLAST, R., MACKENZIE, F. T. and BRICKER, O. P.: *Experimental precipitation and genesis of sepiolite at earth-surface conditions*. Am. Mineralogist., 53, 1645-1661 (1968).

Recibido: Noviembre 1977.

INFORMACION

Importantes declaraciones del Director del I G M E al Diario "ARRIBA" de Madrid

Don Adriano García-Loygorri, Director del IGME ha sido entrevistado por doña Angeles Galíndez para el Diario "Arriba" de Madrid.

A continuación, y por su interés, reproducimos íntegra dicha entrevista aparecida en el número del día 10 de junio, en páginas de huecograbado.

Dentro de la economía de un país, un sector que tiene una extraordinaria importancia es el sector de la explotación minera y de los recursos energéticos; en ese sentido hemos querido elaborar un informe sobre el desarrollo y la situación actual de este campo en nuestro país.

La tradicional tendencia española a la exportación de numerosas sustancias minerales, anteriores a la II Guerra Mundial, ha cambiado sustancialmente ante la enorme demanda de materias primas, operada principalmente los últimos lustros, como consecuencia de la intensa industrialización del país. Los índices de dependencia y vulnerabilidad en el abastecimiento nacional de materias primas minerales han aumentado rápidamente y el valor de la producción minera no ha seguido sino muy de lejos, el ritmo de crecimiento logrado por el producto interior bruto en España.

Refiriéndonos a 1976, nuestra dependencia del exterior se extendía a catorce sustancias minerales, siendo total en fosfatos, alúmina, asbestos, cromo, níquel, manganeso y titanio; entre el 60 y el 90 por 100 en estaño, cobre y hulla coquizable; entre el 30 y el 60 por 100, en cinc y hierro, y hasta el 30 por 100, en plomo y caolín. En el momento actual, nuestra dependencia global es del orden del 50 por 100 de las primeras materias que consumimos.

Hasta cierto punto la situación es paradójica, ya que España ocupa el sexto lugar en el mundo en cuanto al número de sustancias producidas, lo que pone en evidencia la gran variedad de los recursos españoles, pudiendo en cierta medida considerarse bajo tal aspecto,

como el primer país minero de Europa, precedido únicamente por naciones de muy superior superficie como Estados Unidos, Unión Soviética, India, Canadá y Australia.

"La necesidad del abastecimiento de Materias primas"

En 1970, el Gobierno español aprobó un Plan Nacional de Minería para explotar, evaluar y desarrollar los yacimientos minerales y demás recursos geológicos y que comprendía cuatro grandes capítulos: investigación, explotación, legislación y política social minera. Todo ello bajo la dirección, planificación y control de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, correspondiendo la ejecución de este programa al Instituto Geológico y Minero de España.

Ante la situación de nuestro país, en cuanto a dependencia y vulnerabilidad en febrero de 1975, fueron aprobadas por el Gobierno las directrices de un plan nacional de abastecimiento de materias primas no energéticas, preparado por la Dirección General de Minas y cuya planificación se institucionalizaba en 1977 en la ley de Fomento de la Minería.

Los objetos de este Plan persiguen el alcance de una mayor seguridad y economía en el abastecimiento de primeras materias minerales para la industria, desarrollando los recursos en ella definidos como prioritarios, tanto aquellos en los que se prevé que la nación será deficitaria, como los que se producen de manera excedentaria y que pueden ser exportados comunicándoseles un mayor valor añadido. Entre los primeros figuran carbones, fosfatos, cobre, estaño, aluminio, cromo, titanio, uranio, wolframio, etcétera, siendo los segundos potasas, pizarras ornamentales, fluorina, caolín, mármol, granito y magnesita.

Como acción complementaria figuran las actuaciones en el exterior mediante participaciones en investi-

gaciones y exploraciones en otros países, que lleven a hacer menos vulnerable nuestra dependencia y puedan permitir la exportación de tecnología y bienes de equipo en acciones conjuntas. Se puede afirmar que existen unas posibilidades esperanzadoras en cuanto a los resultados de este Plan, a este respecto cabe señalar que los logros conseguidos en los últimos años a través de la investigación de la Administración han supuesto el descubrimiento de importantes reservas de cobre en Andévalo (Huelva), de hierro en Vizcaya, Sierra Menera, Alquife y Andévalo; de estaño en Laza, de lignito en Meirama, de turbas en Burgos, de sal gema en Pinoso y de magnesita en Pedregal.

Los beneficios obtenidos en el campo de la investigación de aguas subterráneas han sido también notables por la aportación que ha supuesto la utilización de los recursos estudiados en el incremento del producto interior bruto agrícola.

Igualmente los trabajos de infraestructura geológica desarrollados desde 1972, en que fue iniciado el Plan MAGNA, dentro del Programa Nacional de Investigación Minera, ha comprendido la elaboración de la cartografía geológica a escala de 1:50.000 de más de la tercera parte del suelo español, la realización total de las síntesis geológicas de los conocimientos existentes a escala 1:200.000 y a la misma escala, del Mapa Geotécnico y el de Rocas Industriales, habiendo supuesto una aportación de gran importancia como base utilizada en innumerables aplicaciones para el desarrollo minero, agrícola, de obras públicas y de ordenación del territorio.

"La importancia del Instituto es fundamental"

Para que nos ampliara todos estos temas hemos hablado con el director del Instituto Geológico y Minero, don Adriano García-Loygorri.

— En primer lugar, ¿quién realiza la prospección e investigación de los recursos minerales en España?

— En general, es ésta una actividad que viene siendo desarrollada tanto por la Administración como por las empresas públicas y privadas, sin que queden excluidos los esfuerzos realizados por los profesionales con capacidad y preparación para ello. Correspondiendo en minería al sector público, la administración de los yacimientos minerales y demás recursos geológicos, de modo que se asegure el aprovechamiento racional de tales bienes que son de dominio público, resulta necesaria la permanente actualización del conocimiento geológico y minero, básico de la nación. De ahí que sea de la competencia del Ministerio de Industria y Energía, a través de la Comisaría de Energía y Recursos Minerales, de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción como Administración Central y del Instituto Geológico y Minero y de la Junta de Energía Nuclear, principalmente como Administración institucional, la promoción y desa-

rollo, sobre todo en sus aspectos infraestructurales de la investigación minera en general. La participación de la empresa pública se realiza por el INI a través, especialmente, como empresa de investigaciones mineras, de ENADIMSA, aunque también desarrollan trabajos de importancia otras empresas nacionales dentro del dominio de sus propios intereses mineros.

— ¿Cuál es entonces la importancia del Instituto dentro de la economía española, su verdadera función?

— Si se analizan los objetivos del Instituto se puede comprobar por ellos que su papel es fundamental de cara al país. Como ocurre en otros países, la necesidad de establecimiento de la infraestructura general del territorio nacional es clara, en tanto que sirve de ayuda para sectores tan importantes como pueden ser la agricultura y obras públicas, además de la minería. Por lo que respecta a la minería, el papel a jugar por el organismo es también de gran importancia, pues no hay que olvidar que en lo referente a las materias primas minerales España tiene una dependencia del exterior, total o parcial, en catorce sustancias de gran valor, excluidos los hidrocarburos. El desarrollo de acciones de explotación e investigación de nuevos recursos y reservas resulta esencial para mejorar nuestra dependencia económica del exterior y afianzar el suministro de las materias primas minerales a la industria nacional.

En el dominio de las aguas subterráneas, el Instituto está realizando la evaluación de los recursos subterráneos del país, dentro del marco del Plan nacional de investigación de aguas subterráneas, que comenzó en el año 1972. Hasta el momento presente se han estudiado seis de las diez grandes cuencas hidrogeológicas con que cuenta España, encontrándose ahora en estudio el resto. Asimismo, ha puesto en marcha un Plan de Gestión y Conservación de Acuíferos en las zonas estudiadas, con el objetivo de ayudar a un adecuado uso de nuestros acuíferos. Dentro de este Plan se realiza un programa de abastecimiento a núcleos urbanos de este necesario elemento.

Recientemente, en una serie de conferencias, que bajo el título de "Geología y sociedad" se celebraron en la Universidad de Madrid, participantes en las mismas hablaron de que en España se está planificando la geología sin contar con los geólogos, así como que la Facultad de Geológicas no tiene acceso a los datos geológicos del Instituto Geológico y Minero. Igualmente afirmaron que la cantidad destinada a la confección del Mapa Geológico Nacional es de 5.000 millones de pesetas, y, sin embargo, la Universidad, ni ningún otro organismo oficial, puede contratar directamente programas de Investigación si no es a través de empresas. Todas estas afirmaciones hemos querido trasladarlas al director del Instituto para que él nos diga lo que hay de verdad en todo esto.

"Se ha contado con los Geólogos"

— Se ha acusado de que se está planificando la geología sin contar con los geólogos, ¿qué puede decir al respecto?

— En relación con la elaboración de la cartografía geológica de España a la que hace alusión la pregunta, éste es uno de los cometidos específicos que tiene el Instituto de modo permanente, desde que en 1849 fue creada la Comisión de la Carta Geológica de Madrid y General del Reino. Dicha denominación cambió en 1910 por la de Instituto Geológico de España, y en 1927, por la actual del Instituto Geológico y Minero de España, distintos decretos posteriores han establecido las competencias del mismo, entre la que se encuentra la de la infraestructura geológica y minera de la nación. Con ocasión de la programación del Plan Nacional de la Minería en 1971, se consideró indispensable la realización de la cartografía geológica del país como punto de partida necesario, entre otros para la investigación de los yacimientos minerales y demás recursos geológicos de todo tipo, decidiendo la realización del proyecto MAGNA que contempla tales objetivos. El establecimiento de los mismos, así como su planificación, fue realizada por el Instituto, que cuenta con un personal titulado integrado fundamentalmente por ingenieros de minas y licenciados en Ciencias Geológicas, procediendo a la consulta de 150 centros de investigación nacionales y extranjeros, Universidades, empresas nacionales y privadas y personalidades de reconocida solvencia en el campo de la geología. En todos ellos existía y existe gran número de ingenieros de minas, geólogos, físicos, químicos, matemáticos y otros expertos relacionados con los temas de geología.

—¿Podría decirse que existen intereses encontrados entre el Instituto y la Facultad de Geología?

Como usted sabe, los fines y funciones del Instituto son los definidos en el Real Decreto de 17 de junio de 1977, que establece como autónomo a este organismo dentro de la Administración del Estado. Pueden agruparse en cuatro órdenes: creación, mantenimiento y difusión de la infraestructura geológica y minera del país, prospección de recursos minerales, promoción de actividades técnico-empresariales, tanto mineras como tecnológicas y, finalmente, asesoramiento e información a la Administración, todo ello dentro del marco de las competencias y siguiendo las directrices emanadas del Ministerio de Industria y Energía y del dominio técnico y científico de las

actividades propias del Instituto Las Facultades de Geología tienen a su vez cometidos propios y específicos entre los que la investigación constituye capítulo importante. No obstante, el carácter particularmente básico de su investigación no solamente no constituye una competencia con la labor del Instituto, sino que sirve de complemento y punto de partida para muchas de sus actividades. La realización de tesis y otros trabajos científicos de las Facultades de Geología, al igual que ocurre con los del resto de las Facultades y Escuelas Técnicas, constituyen una aportación valiosísima para la sociedad. En todo caso es muy conveniente la colaboración entre todos los centros nacionales y profesionales en temas comunes. A este respecto puedo asegurarle que con muchos de los profesores de las cátedras de la Facultad de Geología y el Instituto viene existiendo una colaboración estrecha que queda patente precisamente en el proyecto MAGNA.

—También se ha dicho que las Facultades de Geología no tienen acceso a los datos que recoge el Instituto, ¿por qué?

—A este respecto tengo que señalar que los datos elaborados por el Instituto son públicos y a ellos tienen acceso todos los centros y personas interesados en el tema. Si se hace referencia al Mapa Geológico Nacional, todos los mapas y memorias explicativas son objeto de publicación y la documentación básica que ha servido para su elaboración se encuentra en todo momento a disposición de los centros y estudiosos interesados en el tema. De hecho, durante los últimos años han sido numerosas las consultas facilitadas por el Instituto a toda clase de personas y entidades. Además, en el Instituto existe un Centro de Documentación e Información como servicio público, al que tienen acceso no sólo las Facultades, sino todos los centros y personas interesadas, como puede comprobarse en cualquier momento.

—Por último, ¿es cierto que la Universidad o cualquier otro organismo oficial pueden contratar programas de investigación si no es a través de empresas?

—Como usted sabe, la contratación de los proyectos del Instituto está regulada por la ley de Contratos del Estado. El concierto de trabajos o colaboraciones entre el Instituto y la Universidad a nivel de centro u otro organismo de la Administración puede efectuarse a través de convenios a los que desde luego estamos abiertos. La participación habida hasta ahora de profesores de Universidad en la realización del proyecto MAGNA lo ha sido generalmente mediante colaboraciones establecidas entre ellos y empresas contratistas.

La enseñanza de la minería en el Mundo Hispánico (Noticias históricas)

Por J. M. LOPEZ DE AZCONA (*)

IV. ENSEÑANZA EN ALMADEN 1777-1835

IV-1. DIRECTOR: ENRIQUE CRISTOBAL STORR (1777-1785)

El Superintendente General de Azogues, Gaspar Soler, había remitido (1777-junio-16) al Ministro Gálvez, una reiteración de petición de Storr, en aquellos momentos con la categoría de Delineador, en funciones de Director, ofreciéndose al mismo tiempo para enseñar, a los jóvenes matemáticos que se le destinen, la Geometría Subterránea y la Mineralogía. Planteada la oferta a S. M. Carlos III, manifestada la fidelidad, celo y amor con que ha desempeñado su cargo desde el año de 1756 en que se incendiaron dichas minas, debiéndose a su cuidado y desvelos el restablecimiento, acreditándolo con la experiencia en las crecidas sacas de azogue, ha venido a concederle por R. O. (Madrid, 1777-julio-14) el empleo de Director de las Minas "con la obligación de enseñar a los jóvenes profesores de Matemáticas, que se remitiesen de estos Reynos, y los de América, para que se destinen e instruyan en la Tehórica, y prácticamente en la Geometría Subterránea y Mineralogía" significándole las particulares noticias con que S. M. se halla del amor que tiene a su servicio, correspondiéndole con esta gracia. Como en la aludida R. O. se le establece una asignación anual de 24.000 reales de vellón, insiste (1777-agosto-14) en ser inferior a la de su antecesor Koehler y dada "la obligación de enseñar a los jóvenes matemáticos que se le destinaren la Geometría Subterránea y Mineralogía"; concediéndole el Rey, por R. O. (San Ildefonso 1777-agosto-22) "las obenciones de veinte y quatro fanegas de trigo,

(*) Ingeniero Decano del Cuerpo de Ingenieros de Minas.

Esta obra se finalizó el 15 de enero de 1977. Sus capítulos se irán publicando durante el presente año (1978) en números sucesivos de este Boletín. El capítulo último lo publicó la "Comisión del bicentenario de la fundación de la Escuela de Minas" con el título "Los uniformes de la minería (1777-1797)".

cinquenta de cevada, doce carros de leña, casa o quatrocientos reales para ella al año". Sorprende en aquellos tiempos de comunicaciones lentas, aunque no deficientes, que en la tramitación de un expediente desde que se promueve, hasta la llegada de su resolución a Almadén, sólo transcurriesen un par de semanas.

A esta resolución la precedió otra R. O. (Madrid, 1777-julio-10), de elevación de la asignación anual del Gobernador de las minas de Almadén, Gaspar Soler, de 30.000 a 36.000 R. de V. como premio al mérito de haber acrecido considerablemente la saca de azogue. Opina Storr ser labor personal suya este acrecimiento en la saca, pero después de la R. O. (agosto-22) momentáneamente se da por satisfecho.

La puesta en marcha de la enseñanza requiere considerar la disponibilidad de locales para academia y vivienda de los Matemáticos y la posibilidad de alumnos.

En aquellos momentos eran dos las denominadas minas en explotación, conocidas por Mina del Castillo y Mina del Pozo. Los edificios eran: Cárcel de forzados con su iglesia de San Miguel, Cuartel, Cercos, almacenes. Cercado del Rey, huerta del Rey y las casas de superintendencia, del contador (que era la contigua a la iglesia), la de la calle Mayor, destinada al oficial de las tropas, y la de S. M., como Gran Maestre, destinada a los Alcaldes Mayores; insuficientes para las necesidades de la Academia.

Como debía darse alojamiento a los Jóvenes Matemáticos a costa de la Real Hacienda, dispuso el Superintendente (1778-marzo-22) se arreglase y arrendase la que dejó el difunto Josef Antonio Robles.

La recluta de alumnos entre los residentes en Almadén, se presenta deficiente por dos razones: falta de formación matemática y salida para América de cuantos destacaban por las buenas asignaciones que percibían. Durante el bienio 1777 y 1778 hubo una continua promoción a capacitados, maestros y mineros, integrados en una importante expedición para nuestra minería de ultramar.

17 de Marzo de 1778.

Se comunica al Baron de la Linde, y se avisa una escuela de Geometria al Sr. Galvez...

Se comunica al Baron de la Linde, y se avisa una escuela de Geometria al Sr. Galvez... Se han elegido varios sugetos que van a la Direccion del Delineador de aquellas Minas...

Ph de Cabanes

Orn S. J. U. g. de Uruguay

Designación de alumnos en la planificación de una Escuela de Geometría Suterránea y Mineralogía.

El Director de las Minas de Almadén escribió en alemán un Curso de Mineralogía y Geometría Subterránea, y dado que ninguno de los seis alumnos conoce el alemán solicita (1778-agosto-5) "se embiase a las minas un sugeto inteligente en el idioma alemán", nombrando S. M. por R. O. (San Ildefonso, 1778-septiembre-22) a don Juan En-

Se le da el Alojamiento ordinario en los Lugares de su tránsito, los Bagages, y Carros, que necesitaren, pagandolos anticipadamente a los precios regulados por la Magestad: Y ordenamos, y mandamos a todos los Ministros de Guerra, y de Justicia sujetos a nuestra Jurisdiccion, y a los que no lo son, pedimos, y encargo, que no pongan impedimento alguno en su viaje antes bien le darán el favor y asistencia, que necesitare para conseguirle, porque así conviene al Real Servicio. Dado en Barcelona a 20 de Mayo de 1779.

Concedemos libre, y seguro Pasaporte a don Carlos Duró, D. J. Chenta, y D. Pedro Subiela, que de A. l. orden pasan a las minas de Arque de la Villa de Almadén, y se embarcan para Cádiz.



Pasaporte del primer grupo de alumnos catalanes. Es de Barcelona a Cádiz, por considerar que Almadén se ubica cerca de Cádiz.

rique de Graef (fallece en 1781), con la asignación diaria de 15 reales de vellón, quien deberá hacer la traducción y seis copias.

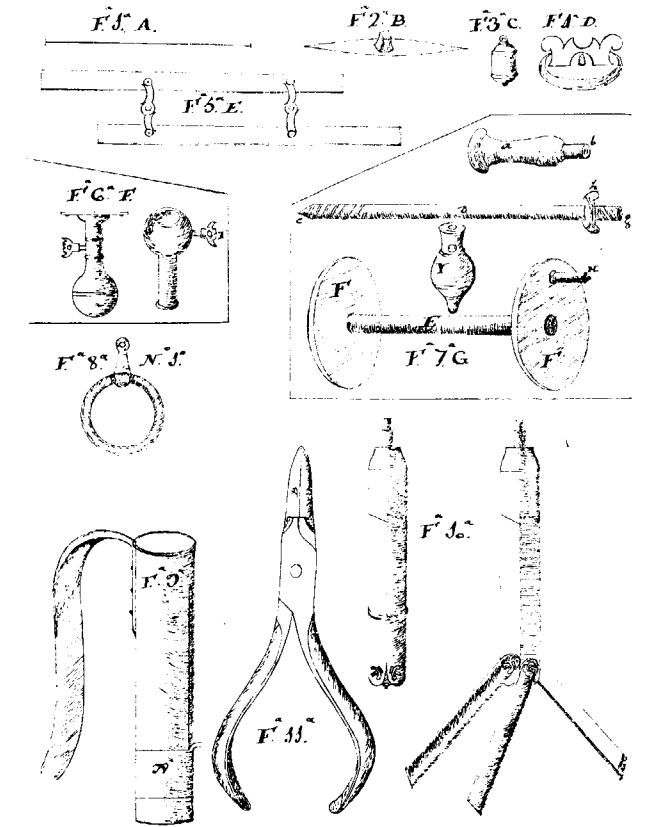
Para cumplir con este fin, se enviaron desde Madrid (1779) cuatro juegos de diccionarios: inglés-castellano, francés-castellano, alemán-francés, latín-castellano de Rubinos, destinados a Graef.

Considera Storr la necesidad de varios instrumentos para las operaciones de Mineralogía y Geometría Subterránea de sus seis discípulos, establece contacto con el constructor de instrumentos matemáticos, residentes en Barcelona, Juan González, quien pide para ello unos instrumentos que le sirvan de modelo o una descripción completa con sus dibujos, remitiendo (1779-febrero-18) el Director al Ministro Gálvez un modelo construido en

Alemania propiedad de la Real Hacienda, para la reproducción de seis ejemplares. Al mismo tiempo se remite una memoria hecha por Storr (1779-febrero-16) donde describe y representa gráficamente los modelos de brújula, nivel, semicírculo, angulario, estuche de compás, escalas, regla de metal, regla de granadillo, grapa de metal, mesilla de nogal, carrillo para devanar cuerda, anilla de metal, libro de memoria, piedra imán armada, candelero de latón, caja de cintura porta instrumentos, pie para mesilla y alicates. El pedido fue pasado al instrumentista de Barcelona mencionado, casi en su totalidad y el resto a otro artífice de la Isla de Mallorca.



Uniforme de la Corona de Nueva España, concedido a los cadetes de Almadén.



Material encargado por Storr para cada alumno de la asignatura de geometría subterránea.

Antes de la incorporación de los Jóvenes Matemáticos, la familia Storr se había trasladado de Alemania a Almadén; estaba compuesta por la esposa, doña Vicenta Velasco, sus hijas Juana y Manuela, solteras, y Dorotea, viuda, y su hijo Juan alumno de la promoción de 1785.

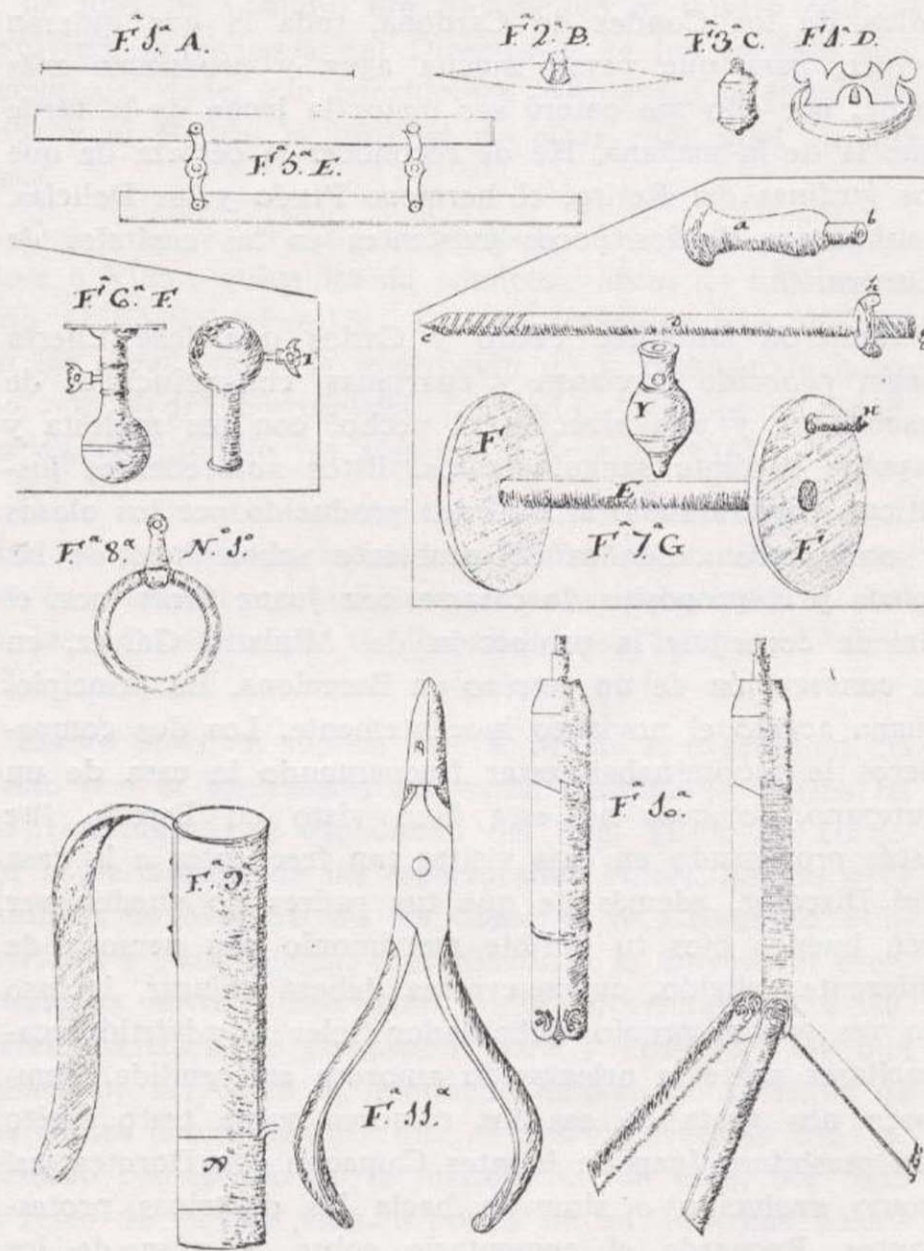
Los alumnos formaban dos grupos: los de origen castellano y los oriundos de Cataluña. Entre éstos el único enfermizo era José Cherte, quien pasó una temporada delicada, principalmente por el frío, y recordaba la preparación en su casa, y por su madre, con sal rosa de aquella magnífica montaña de Cardona, donde decía había

Considera Storr la necesidad de varios instrumentos para las operaciones de Mineralogía y Geometría Subterránea de sus seis discípulos, establece contacto con el constructor de instrumentos matemáticos, residentes en Barcelona, Juan González, quien pide para ello unos instrumentos que le sirvan de modelo o una descripción completa con sus dibujos, remitiendo (1779-febrero-18) el Director al Ministro Gálvez un modelo construido en

Alemania propiedad de la Real Hacienda, para la reproducción de seis ejemplares. Al mismo tiempo se remite una memoria hecha por Storr (1779-febrero-16) donde describe y representa gráficamente los modelos de brújula, nivel, semicírculo, angulario, estuche de compás, escalas, regla de metal, regla de granadillo, grapa de metal, mesilla de nogal, carrillo para devanar cuerda, anilla de metal, libro de memoria, piedra imán armada, candelero de latón, caja de cintura porta instrumentos, pie para mesilla y alicates. El pedido fue pasado al instrumentista de Barcelona mencionado, casi en su totalidad y el resto a otro artífice de la Isla de Mallorca.



Uniforme de la Corona de Nueva España, concedido a los cadetes de Almadén.



Material encargado por Storr para cada alumno de la asignatura de geometría subterránea.

Antes de la incorporación de los Jóvenes Matemáticos, la familia Storr se había trasladado de Alemania a Almadén; estaba compuesta por la esposa, doña Vicenta Velasco, sus hijas Juana y Manuela, solteras, y Dorotea, viuda, y su hijo Juan alumno de la promoción de 1785.

Los alumnos formaban dos grupos: los de origen castellano y los oriundos de Cataluña. Entre éstos el único enfermizo era José Cherte, quien pasó una temporada delicada, principalmente por el frío, y recordaba la preparación en su casa, y por su madre, con sal rosa de aquella magnífica montaña de Cardona, donde decía había

sal blanca, azul y rosa, de unos ladrillos que, después de calentados en la chimenea, mantenían una temperatura elevada durante varias horas. Algunas veces gastaba bromas con los castellanos y les decía que Madrid era un poblacho; cuando pasó procedente de Barcelona pudo ver los rebaños de cabras, que vienen todas las noches a dormir, pasando por las calles empedradas con pedernal rodado o cortado, si son principales, y ser ordeñadas en Madrid. Salen al campo a pacer en los parajes donde les es permitido, y en invierno, se mantienen de las hojas desechadas y arrojadas en las plazas por las verduleras. Los cabreros, por la noche, les suministran la sal blanca, de esa molida tan limpia que resulta de la Mina de los Condes de Cardona, toda la que quieran comer, para que vevan mucha agua y produzcan más leche, por ello me enteré ser mejor la leche de la tarde que la de la mañana. He de reconocer la certeza de que los jardines del Retiro, el hermoso Prado y las Delicias, son paseos de los pocos existentes en las capitales de Europa.

Pudieron enterarse Pedro y Carlos que José Cherta había padecido tercianas y cuartanas, con principios de escorbuto, y una afección al pecho, con tos molesta y esputos bastante sanguinolentos. Estos antecedentes justifican en el alumno el malestar producido por los olores y otras incomodidades del ambiente subterráneo de las minas y el propósito de casarse con Juana Storr, con el fin de conseguir la protección del Ministro Gálvez, en la consecución de un empleo en Barcelona. En principio, Juana aceptó el noviazgo inocentemente. Los dos compañeros le recriminaban estar frecuentando la casa de un luterano, lo cual no está bien visto en España, "te estás propasando en esas visitas tan frecuentes a la casa del Director, además de que tus padres no pueden ver con buenos ojos tu posible matrimonio con persona de diferente religión, cuyos errores deberá abjurar, incluso ya ves que el propio Gobernador Soler te advirtió recapacitases sobre la orientación amorosa emprendida. Tampoco nos gusta de esa los rumores sobre trato ilícito del presbítero Juan de Montes Camacho con Dorotea, así como evolución o simpatía hacia las doctrinas protestantes. Recuerda el comentario sobre la misa de los monjes en que asistió Dorotea, donde ella hizo algunas demostraciones de escándalo durante la consagración".

Estos razonamientos los meditaba José para tomar resolución, pero el asunto se había complicado, pues Storr tomó parte en el mismo denunciando el caso al Superintendente y pedía no se le molestase en lo sucesivo ni inquietase su casa y familia con pretextos de asuntos de religión, en caso contrario se le comunicase y se retiraría a su patria con su familia. Como consecuencia, dispuso la Vicaría de Ciudad Real, la indagación con toda reserva del asunto, puesto en manos del presbítero don Juan Bueno, al parecer residente en Almadén, dando lugar a múltiples incidencias finalizadas con el traslado en residencia de Bueno a Peñalsordo, donde tenía la capellanía, por la publicidad dada al asunto, programado

en secreto, con la esperanza de la reconciliación de Storr, su mujer e hijas a nuestra Santa Madre Iglesia, a cuyo fin siempre influyó el Gobernador, actuación propia del genio turbulento, díscolo e insociable del eclesiástico. La otra resolución fue la baja dada por Gálvez a Cherta, precisándole a marchar a casa de sus padres, bajo el pretesto de que su salud no le permitía el continuo trabajo y entradas en las minas. Como Montes prometió enmendarse el Arzobispo de Toledo, don Francisco Lorenzana (1780-diciembre-12), lo mandó a realizar ocho días de ejercicios espirituales, con promesa de no reincidir.

Las reconveniones de los paisanos de Cherta causaron efectos en su ánimo, unido a su enfermedad, le movieron a solicitar del Superintendente (1779-noviembre-21), una licencia para pasar a reponerse a Barcelona, su patria, uniéndole certificaciones del médico de la Villa don Francisco Marmolejo y del cirujano don Sebastian Recio, "amenazado de una Tisis Yrremisible, a la que oy no puede atenderse." Informaron los médicos don Joseph Pares de la Real Cárcel de Forzados y Real Hospital, y el mencionado Marmolejo, quienes exponen el riesgo próximo de tisis, debiendo entregar, según resolución del Superintendente (1779-noviembre-27), todos los estados en que ha trabajado hasta ahora en el destino que ha tenido en estas Reales Minas. Se le entrega el pasaporte para su tierra (1780-enero-7), donde llegó (1780-febrero-13) después de dificultoso caminar por la enfermedad, mala condición de los caminos y la lluvia. Conocidos los antecedentes por la Superioridad, S. M. resolvió, que por imposibilidad física de continuar su ejercicio, fuese despedido de este servicio (1780-marzo-20), lo cual se le comunicó por correo (1780-marzo-23), practicándole la liquidación correspondiente, con abono de los 12 Rs. de Vellón diarios hasta el (31 de marzo 1780).

Con ocasión de la visita que hizo el Ministro Gálvez a la Villa de Almadén (1779) le planteó Storr la gran incomodidad de la casa en que habitaba, prometiéndole su ampliación, uniéndola a la contigua perteneciente a S. M. Al llegar a Madrid por R. O. (1779-octubre-12) se comunica al Superintendente Soler franquee interiormente a Storr la casa en que vivía el tesorero anterior de las minas y disponga se haga la obra necesaria en la otra que habita, con el fin de quedar cómoda y en disposición de tener en ella la clase de Geometría y Mineralogía, para que aprovechen los sujetos destinados a este estudio.

El Ministro Gálvez comunica desde Aranjuez al Superintendente Soler (1781-junio-8), con el fin de poder ejercitar con más desahogo y comodidad la enseñanza de las ciencias de Mineralogía y Geometría Subterránea a los jóvenes destinados a ellas para este fin, den principio a fabricar una casa capaz, que sirva para la asistencia de éstos, con las oficinas correspondientes a la explicación de aquéllas, dibujo, planos, librería y demás que sean conducentes y conceptúe Storr. También ordena

le avise a la mayor brevedad posible del ajuste con el Maestro de obras o Arquitecto que la execute y modelo para ella se lebante.

Esta comunicación, recibida (1781-agosto) por Soler en un momento de relaciones no muy cordiales con Storr, da lugar a una contestación al Ministro, en el mismo

*Para que el Director de estas Minas D. Enrique
Christoval Storr, pueda ejercer con mas de-
sahogo, y comodidad la enseñanza de las cien-
cias de Mineralogía, y Geometría subterránea
a los jóvenes destinados a ellas para este fin. Dis-
ponga V. S. que desde luego se de principio a fabri-
car una casa capaz, que sirva para la asistencia
de éstos, con las oficinas correspondientes a la ex-
plicación de aquéllas, dibujo, planos, Librería,
y demás que sean conducentes, y conceptúe Storr,
avísandome V. S. con la brevedad posible del ajuste
con el Maestro de Obras, o Arquitecto que la exe-
cute, y modelo que para ella se lebante. Dado
en V. S. M. de Aranjuez a 8 de Junio
de 1781.*

J. P. de Salceda

J. P. de Salceda

Orden de construcción de la Casa Academia.

día, dando cuenta del proyecto de hacer la obra en la casa frente a las dos que se había tratado. La esposa, e hijas del Director pasaron a verla y, como no les agradó, se insistió en proyectar la obra en las dos casas unidas. Esta solución tampoco era del agrado del Superintendente, debido al coste que representaba a causa de los desniveles considerables entre ambas, proponiendo ceder a Storr las dos casas viejas unidas, una de las cuales habitó antes, y destinar para la enseñanza la casa de la Real Hacienda situada enfrente, finalizando la propuesta, "Debiendo esperar habrá con el tiempo persona que enseñe y estime por muy suficiente para su habitación la que haya en la misma casa donde se fabrique la sala de estudio; por más que ahora nada baste para Storr."

El Ministro da la conformidad (R. O. 1781-septiembre-11) a esta propuesta, iniciándose la obra de las dos casas

colindantes; finalizada ésta pasará Storr con su familia a ocuparlas y desalojará la de enfrente para adaptarla como Academia y residencia de los jóvenes profesores.

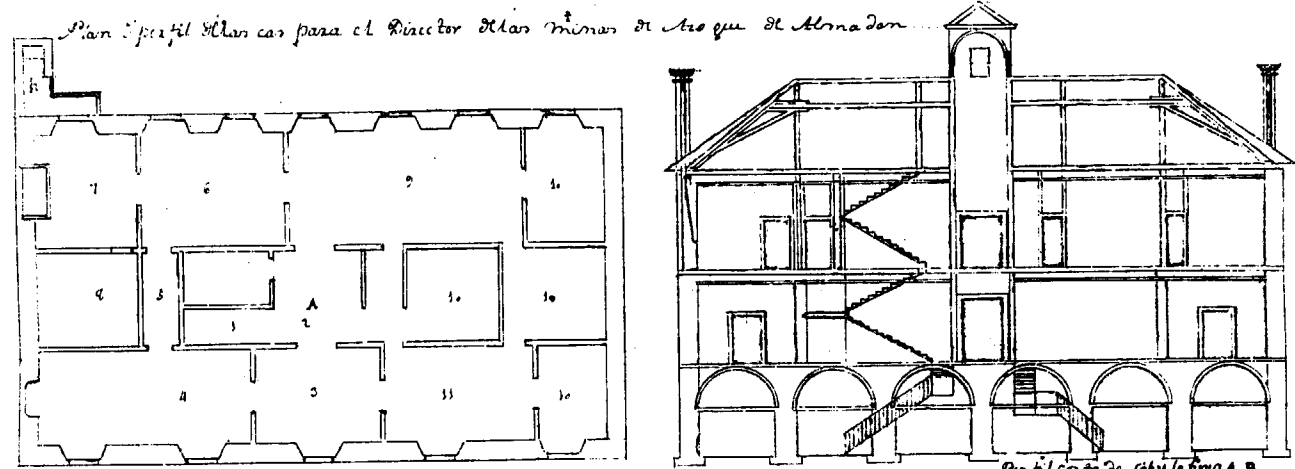
Comunica Soler (1782-enero-3) a Storr y al Maestro de obras Antonio del Villar, dado el estado avanzado de las mismas, a falta de los tabiques interiores para la división de piezas y servidumbre, según más convenga para el mejor uso, se ejecuten a la mayor brevedad y del modo más conveniente y útil para el Director. En curso las obras, cesa Soler como Superintendente; le sustituye don Agustín Castaño, quien ordena la suspensión de las obras, bastante adelantadas.

La idea de Castaño era de que en el mismo edificio estuviera la vivienda del Director y de los Jóvenes Matemáticos, dado que consideraba perjudicial a ellos mismos y al Estado la libertad de estar cada cual en una casa.

Con el nuevo criterio se proyectan las obras adjudicándose a Villar, quien las da comienzo antes de finalizar el año (1782-diciembre-10). Se van introduciendo mejoras en las obras, como la sustitución de la fachada de ladrillo por piedra berroqueña, tardando dos años en finalizarlas, ocupándolo los alumnos a fines de 1785.

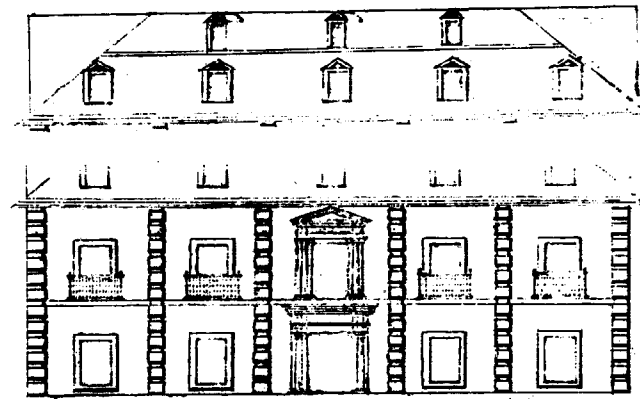
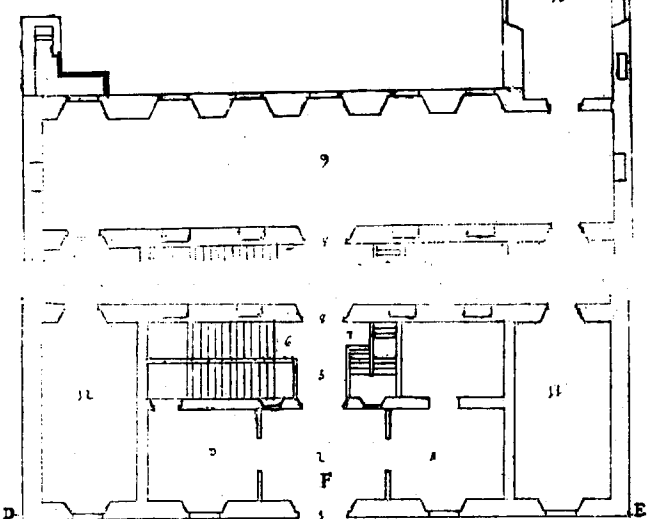
Eran frecuentes las salidas de Garza de Almadén en plan de prácticas e, incluso, de trabajos, por ello solicita un complemento económico en estas ocasiones, el cual le fue concedido (R. O. San Ildefonso 1871-septiembre-13).

Insiste Storr en súplica ante S. M. de la expedición del título con la formalidad necesaria, decretando Carlos III (1781-octubre-4) la expedición del Real Título de Director o Delineador de las especificadas Minas, que le sirva también de Maestro de las Ciencias de Geometría Subterránea y Mineralogía, precediendo a la entrega el otorgamiento, ante el Escribano de la Superintendencia General, escritura de obligación clara y absoluta "De que habeis de servir en el nominado empleo de Director de las Minas descubiertas y que se descubrieren, en todo el término consignado en la jurisdicción de ellas, por todo el resto de vuestra vida, o por el de mi Soberana voluntad; Y de enseñar a los jóvenes matemáticos actuales y a los que de mi Real orden se destinaran a la villa de Almadén, las relacionadas ciencias de Geometría Subterránea y Mineralogía con el debido cuidado y aplicación". El Real título (San Lorenzo, 1781-octubre-17), es un continuo elogio al mérito y celo de Storr, establece sus atribuciones y funciones, y la subordinación al Gobernador, que en aquel momento era D. Gaspar Soler, entre las que figuran "En la propia conformidad deberán estar a vuestras inmediatas órdenes los discípulos, profesores de las referidas ciencias de Geometría Subterránea y Mineralogía e nesta parte, de quienes o de cualquiera de ellos podreis valeros, a fin de que os pongan en buen castellano y en limpio los estados, informes y relaciones semanarias que habeis de entregar al referido Gobernador para remitirlo al Superintendente General". Este extenso

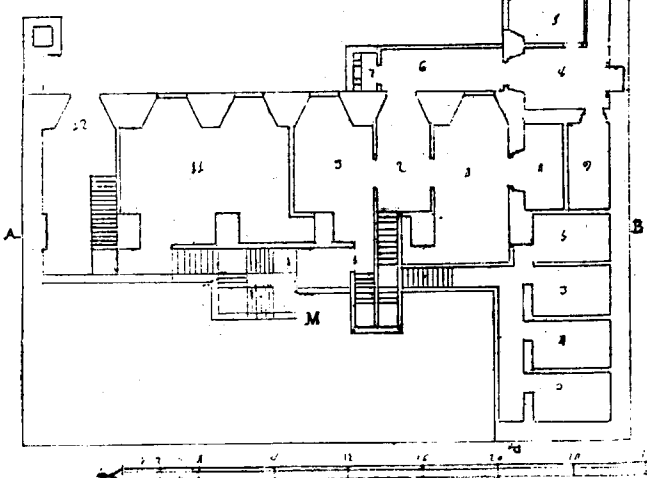
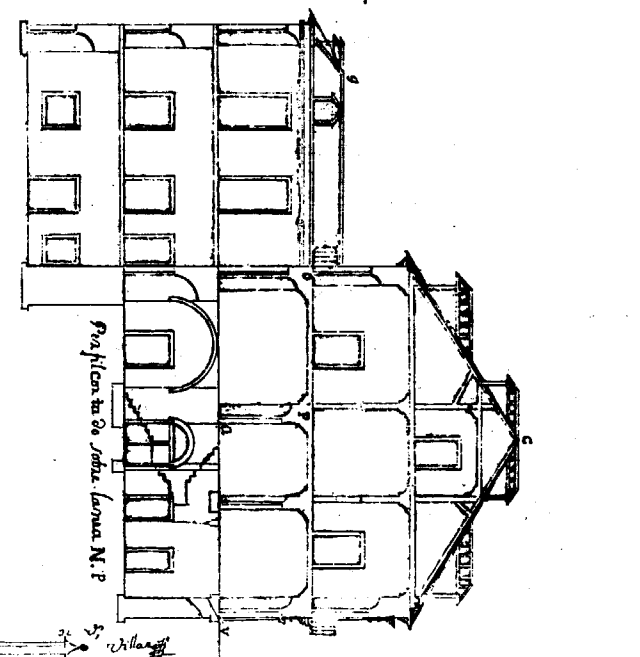


- A. planta principal
- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1. Escalera | 7. Cocina |
| 2. P. de la casa de las escaleras | 8. Desp. para el com. de las |
| 3. Antecala | 9. Sala principal |
| 4. P. de la chimenea | 10. Desp. de estudio |
| 5. Sala de la casa de la cocina | 11. Desp. de estudio |
| 6. Antecala de la cocina | 12. Sala de la casa |

- M. Explicación del plan interior por la parte de dentro, y por la de fuera en cubu cillo
- | | |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1. Escaleras para bajar a las minas | 5. Sala de la casa |
| 2. Sala de la casa | 6. Sala de la casa |
| 3. Habitación de la casa de la casa | 7. Sala de la casa |
| 4. Habitación de la casa de la casa | 8. Sala de la casa |
| 9. Habitación de la casa de la casa | 10. Sala de la casa |
| 10. Habitación de la casa de la casa | 11. Sala de la casa |
| 11. Habitación de la casa de la casa | 12. Sala de la casa |



- F. Explicación del segundo piso
- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. Sala principal | 7. Sala principal |
| 2. Sala principal | 8. Sala principal |
| 3. Sala principal | 9. Sala principal |
| 4. Sala principal | 10. Sala principal |
| 5. Sala principal | 11. Sala principal |
| 6. Sala principal | 12. Sala principal |



Plano de la Academia proyectada por Storr.

e interesante documento, es una amplia aclaración de las facultades del Director, establece su sueldo, privilegio de nobleza y previene restableciere "muy eficaz y estrechamente" la buena inteligencia y armonía con el Gobernador, desempeñando sus empleos "de buen acuerdo, evitando toda desavenencia, discordia y disputa que perjudique al servicio y son desagradables y odiosas a S. M. en tanto grado que, en el caso de repetirse, tomará la más seria providencia con el que la suscitara". Leído el Título, da la impresión de ser, la redacción del mismo, una preparación meditada de Soler, entregada confidencialmente al Ministro.

Con el traslado del Título (1781-octubre-19) se recibe R. O. de ingreso en la Academia de D. Juan Enrique Storr, alumno núm. 7 de la relación general, quien obtuvo los cordones de cadete. Posteriormente fue designado subteniente de las tropas de Indias, a donde pasó a trabajar como Ingeniero, embarcando para América (1785).

Las enseñanzas se van perfeccionando, es necesario disponer de libros más avanzados y modernos; como el Director es alemán, se decide que el Conde de Florida-blanca (1871) pida a Alemania el envío de una remesa de libros.

Solicita su admisión como alumno Josef García Casola. Después de considerar la no procedencia de su admisión, lo comunica el Gobernador (1781-julio-21) al Ministro, quien resuelve no admitirlo (1781-septiembre-15) pero, en atención a sus circunstancias, se le pasa a la fábrica de Buitrones.

Entrado ya el período de prácticas de los alumnos de la primera promoción, encarga Storr a Francisco Palacios y Francisco de la Garza algunos trabajos en las Minas. Realizan el reconocimiento de la Cámara del pie del torno de San Miguel, en compañía de quienes anteriormente habían hecho la medición del destajo. Hubo algunas alteraciones con aquellos y visto que no estaban en condiciones de deponer su error, cometido en las mediciones, elevan un escrito al Superintendente dando su opinión (1781-octubre-1), el cual se dispone pase (1781-noviembre-30), a Pedro Subiela para su consideración, quien lo estudio con toda minuciosidad (1781-diciembre-5) e introduce ligeras diferencias en la valoración. En el informe definitivo de Storr (1781-diciembre-9) mantiene ser ligeramente mayor el destajo real al valorado, pero para hacerlo con tanta minuciosidad manifiesta "necesitaría el Rey un Matemático para cada destajo e igual número de oficiales, que el que tenemos hoy, y no alcanzaría el fruto de aquellos para pagar el extipendio de estos". Como Subiela fue un destacado Matemático se le encargaron y conservan múltiples valoraciones suyas de destajos, la última consultada es de 5 de diciembre de 1785.

En general los destajistas no veían con buenos ojos la actuación de los Matemáticos en el cálculo de los mismos, e incluso en la dirección de los trabajos, por gustarles más el régimen de compadraje anteriormente existente.

Encargan a Pedro Subiela y Carlos Buxó el cálculo de los destajos y mejora de los arranques; ambos no están conformes con la actitud poco cordial de los diversos mineros hacia ellos "desde el arribo a este territorio hemos procurado acreditar nuestra conducta y en particular con todos los empleados en estas Reales Minas, sin dar el menor motivo de alteración a la armonía que con nosotros deben guardar, así en atención a nuestra buena crianza como a evitar disensiones, que pudiesen ser contra el Real Servicio. Me parece Pedro, cuando el pasado día 23 hiciste la visita semanal de la Fábrica del Castillo, no fue correcta la actitud que tuvo contigo el veedor, ni justificada la sola perforación de diez barrenos en dos entradas, la frase del veedor D. Josef Samaniego "si Vmrs huvieran hecho lo que nosotros, huvieran tardado mas, Vmrd parece trae el genio dispuesto a chocar conmigo y yo lo que deseo es encontrar quien se me oponga y estoy hablando por hallarlo". También con motivo de la visita las frases del entibador Diego Casarola desvergonzadas y libertinas no son para repetir las, pero las que te dijo, incluyendome a mi refiriendose también a los catalanes "todos los de su Nación y todos los de su casta, no eran capaces de aprender, ni entender, por mas que les enseñasen, lo que debe saverse en las minas, y que somos unos muebles inútiles, que ni para descalzarle ni limpiarle los zapatos serviamos". Este atrevimiento y desenfreno es intolerable y motivo para precipitar a cualquier imprudencia, sólo tolerable por nuestra resignación cristiana. "Debemos plantear el asunto de nuestras atribuciones y dependencias, después de haberse comentado lo sucedido en el pueblo así como lo ocurrido la semana pasada a Andrés en su visita a la Fábrica del Pozo, ponerlo en conocimiento del Superintendente para que tome medidas que corten la corriente de estos desatinos y eviten los vecinos que se puedan producir".

"Como los dos estamos de acuerdo vamos a elevar un escrito (1782-diciembre-27) donde nos concreten que obligaciones deben contar, cuales son las funciones que deben ocuparnos, cuantos nos deven subordinación, siendo preferible nos entreguen una instrucción firmada por el Superintendente, donde prefije lo que devemos observar y las excepciones y prerrogativas que podemos gozar, de la cual determinación se pase aviso a las fábricas de esta Villa, a la de Almadenejos y Anexos de estas Reales Minas".

Con el fin de ampliar sus conocimientos de Matemáticas en la Corte, al Joven D. Andrés Josef Rodríguez, se le concede la oportuna licencia (R. O. San Lorenzo, 1782-noviembre-8).

El Ministro Gálvez tenía conocimiento del valer del joven madrileño, de familia modesta, Andrés Manuel del Río Fernández (1764-1849), a quien había recomendado con anterioridad al Gobernador de Almadén y al Director de las Minas, nombrándole Joven Matemático (1782-junio-13), con las frases siguientes "Constándome la sobresaliente instrucción que ha adquirido en los estudios de Mathematicas y de Fisica en San Isidro el Real de esta

Corte... y sus buenas prendas y superiores talentos para imponerse luego en el Arte de Mineralogía y Geometría Subterránea, que se enseña en esas Reales Minas; le he nombrado..." Del Río fue el alumno núm. 9 y el único de la promoción de 1781, para conservar la numeración dada por Maffei en el Escalafón General, le asignamos el número 8 bis.

Estos asuntos le hacen pensar a Gálvez en la necesidad de preparar otro Director alemán. Puesto al habla con Juan Martín Hoppensack, se decide pase por Almadén en la primavera (1783), acompañado del maestro minero David Fichter, con el fin de enterarse de la marcha de estas minas y le instruya y enseñe las labores el Director Storr, antes de pasar destinado a América, donde estuvieron del 14 de mayo al 16 de julio. Habla Hoppensack de su viaje a Madrid con los Jóvenes Matemáticos antes de ir a América, enterado Garza solicita acompañarle, pero sus deseos no entran en el plan de Gálvez y ordena a Andrés del Río (1783-junio-21), le acompañe y se le presente con Hoppensack. Salieron para Madrid en la madrugada del 17 de julio. Consecuencia de esta entrevista fue la designación (1783-septiembre-19) de Hoppensack como Director y Delineador de las Minas y Maestro de Geometría Subterránea y Mineralogía, posesionándose justamente un mes después.

Consideremos la última etapa de Storr como Director. La enseñanza durante los dos últimos años fue deficiente, careciendo de interés por atraer nuevos jóvenes matemáticos, su actuación fue una continua promoción de intranquilidades.

Dos destacados alumnos, Rodríguez y Subiela, llegaron a pensar en irse a las Indias, se quejaron del Director "por el ningún cuidado que tiene de ella". Procuraron incrementar sus servicios casi continuos fuera de Almadén, con el fin de aprender en otros trabajos y percibir los 12 Rs diarios, paja, cebada y aceite; en estos desplazamientos destacó Garza, causante de la orden del Ministro suprimiendo la asignación supletoria.

La salud de Buxó no era buena, llegó a preocupar a las autoridades correspondientes, las cuales estaban pendientes de cuanto se relacionaba con los Jóvenes Matemáticos, disponiendo (R. O. El Pardo 1874-marzo-21) se le suministrasen las medicinas necesarias con cargo a las Cajas de la Tesorería de las Reales Minas, así como todo el tratamiento médico. No hay información de que este Joven finalizase la carrera y parece que sin terminarla, se trasladó a Barcelona a reponerse, donde falleció joven (1789).

Consecuencia de la queja anterior, reconvinó la Superioridad al Director e impuso la obligatoriedad de informar semestralmente del adelantamiento de los discípulos y que éstos guardasen entre ellos la mejor armonía, y amenaza de despido caso de no demostrar aplicación al estudio y desempeño de sus obligaciones como alumnos. No cumplió Storr esta obligación del parte semestral, causa de la reiteración de la orden.

La situación cada día es más difícil para Storr; desea alejarlo de Almadén el Ministro Gálvez y por R. O. (1784-diciembre-26), como contestación a su instancia, se le comunica al Gobernador de Almadén "pase a medicarse con las aguas minerales de la villa de Puertollano, y mediante que se halla tan inmediata a esa, le he prevenido se transfiera a ella y entregue a un oficial de la

Contaduría de esas Minas, con la formalidad correspondiente quanto ha recibido de esa Administración para desempeñar los empleos de Delineador, Director y Maestro de Mineralogía"... "advirtiendo de que he ordenado al nominado Storr debe residir en esa villa solamente el tiempo que fuere preciso para efectuar la entrega y vender algunos de sus muebles." Disposición comunicada a Storr en Almadén (1785-marzo-14).

Fue jubilado forzoso Storr (R. O. 1785-julio-21) con 12.000 Rs por carecer de condiciones para el desempeño de la función encomendada, a causa de su avanzada edad y achaques. Recibió orden de abandonar Almadén en el plazo de ocho días, después de estar en Madrid, pasa a Alemania a levantar su casa, domiciliándose en la Corte en la calle de Fucares, núm. 21, principal, donde esperaba fuese realidad su pretensión de un destino relacionado con su práctica e inteligencia en la mineralogía. Pide (1789) una ayuda para continuar viviendo, la cual es denegada y se le comunica (1792-agosto-29) puede retirarse a vivir al pueblo donde le plazca de Castilla la Vieja, así como la concesión de libertad para beneficiar minas. Decide trasladarse a Zamora donde falleció (1802-agosto-30). Después de su fallecimiento, sus contemporáneos rectificaron la opinión y reproches al mismo y algunos se arrepintieron de las acusaciones promovidas; de carácter trabajador, autoritario y recto, fue el promotor de la Escuela de Minas de España, la sostuvo él solo, durante ocho años, habiendo destacado varios de sus pocos alumnos, como primeras figuras de la Mineralogía.

Pasemos un vistazo sobre los discípulos de Storr.

Número 1. Garza.—Continuó en Almadén, reconociéndose oficialmente su aplicación en los trabajos (1788-mayo-20), y otorgándole el título de Delineador (1790-diciembre-20) descubre minas de carbón de piedra en Espiel, Belmez y Peñarroyo, y llega a ser Inspector general y 8.º Director de la Escuela de Almadén (1816-1826), falleciendo en Madrid (1832-enero-22).

Tuvo mucho interés en el ingreso en la Academia de su hermano Pedro María de Garza, pretensión denegada, por carecer de suficiente instrucción matemática.

Número 2. Rodríguez.—Amplió su formación matemática en Madrid y pasó a México reclamado por Elhuyar como profesor de matemáticas del Real Seminario.

Número 3. Palacios.—Ultimados sus estudios, pasó a Linares como Director de las Minas de plomo, donde falleció.

Número 4. Subiela.—Fue reclamado por Elhuyar para Huancavelica, donde falleció después de una interesante labor profesional, en momentos de completo abandono y agotamiento de aquella mina.

Número 5. Cherta.—Pidió bajo por enfermo, falleciendo joven en Barcelona por una tisis.

Número 6. Buxó.—Falleció en su ciudad natal, Barcelona (1789), todavía en período de prácticas.

Número 7. Palacio.—Pasó, una vez terminados los

estudios, a Director interino de las fábricas de las Minas de plomo de Linares (1788-febrero).

Número 8. Storr.—Con el empleo de Alferez pasó destinado como Ingeniero a las minas de Indias.

Número 8 bis. Del Río.—Reclamada por Elhuyar pasó de profesor al Real Seminario de Minería de México.

Las enseñanzas implantadas durante la dirección de Storr fueron: la Geometría Subterránea, que comprendía el estudio de los instrumentos utilizados en el levantamiento de planos interiores y exteriores, principalmente la brújula, la resolución de los problemas de esta clase, tales como los rompimientos o comunicación de puntos interiores entre sí o con otros determinados de la superficie. Se concretó posteriormente (1825-diciembre-18) una de sus partes, denominada Topografía, donde el Profesor con los alumnos ejecutarán en la superficie las operaciones convenientes para imponerlos en las nivelaciones, en la formación de planos de cualesquiera terrenos, y en la demarcación de pertenencias y sitios para oficinas de beneficio, así como de la explicación de complementos de trigonometría y geometría práctica.

*ido accidentalmente; que en quanto puedo informo
max. d. r. s. Almadén Do de Febril de 1774.*

Henrique Christobal Storr

Autógrafo de Storr.

La Mineralogía era una mezcla de ciencias y de sus aplicaciones a la minería; comprendía las denominadas pocos años después geognosia, laboreo de minas y metalurgia.

Por los datos conservados se desprende que la enseñanza de ambas asignaturas iniciales de la Academia, quizá por la dificultad del idioma, tenían un carácter puramente gráfico, fijándose principalmente el Director en los rompimientos, omitiendo algunas cuestiones de importancia fundamental para el Ingeniero de Minas.

IV-2. DIRECTOR: JUAN MARTIN HOPPENSACK (1783-1792)

Es difícil localizar en el tiempo el comienzo de la Dirección de la Academia por D. Juan Martín Hoppensack, mientras el nombramiento es de 1783 otros detalles indican la demora de su actuación hasta 1785. Por R. O. (Aranjuez, 1784-junio-23), se le dice al Gobernador de Almadén "Prevenga Vm al Director D. Juan Martín Hoppensack"... "que alguno de sus discípulos dibuje dicho plano y perfiles y ponga en buen Castellano la explicación". Consecuencia de esta orden fue el traslado a Pa-

rís de Del Río (1784-abril-30), cesando en la Academia (R. O. 1784-julio-2), donde se ocupó de la preparación de las bombas para el desagüe de Almadén, pidiendo unos planos de la Mina para completar el proyecto.

Cuando había cesado totalmente Storr como Director de las Minas (1785), propuso, en unión de los Maestros y Oficiales, un plan de actuaciones encaminado a la mejora de la saca, entusiasmo poco duradero ya que al año (1786) tuvieron que reconvenirle por su "falta de bajada a las minas" e, incluso, D. Manuel Albuérne presentó una denuncia por "la ninguna aplicación" del Director.

El Director (mediados 1785), pidió amueblar la casa construida para su habitación, residencia de alumnos y estudio de los Jóvenes Matemáticos, sin lograr sus deseos por las dificultades económicas de la Hacienda, autorizándose posteriormente y designando un portero con la asignación de cinco Rs. La casa fue ocupada por el Director y los Jóvenes Matemáticos en diciembre de 1785.

Era necesario ordenar la enseñanza, de acuerdo entre el Director y el Superintendente de Almadén, se establecieron reglas y horarios para el estudio de la Minería y Geometría. Finalizado el proyecto (1785-diciembre-15), lo elevó el Director a la superioridad. En el documento se justifica la demora en "la corta salud que he gozado", así como en la falta de textos adecuados en Castellano; opina se debe establecer vinieran a la Academia los alumnos "impuestos en los tratados de arithmetica, Geometría especulativa y práctica, algo de Dinámica y Architectura del Dibujo", dado que esta formación es fácil, mientras la "Enseñanza de Geometría Subterránea y Minería, sería no sólo muy costosa, si tampoco tan fácil de hallarlas", pudiendo ponerse en Almadén una 2.ª Escuela para esta formación preparatoria, donde los menos destacados podrían pasar a Veedores, Maestros y Oficiales, o sea, para una formación profesional práctica, los cuales mientras fuesen alumnos, a diferencia de la Escuela de Matemáticos, no tendrían asignación fija, sustituida por premios económicos a su aplicación y aprovechamiento.

También propone que los Jóvenes Matemáticos, dadas las múltiples ocupaciones del Director, inicien sus trabajos de auxiliares, de acuerdo con las aficiones de cada uno, según el criterio siguiente: Garza, como Delineador y Buxó como profesor de Matemáticas para crear en Almadén los Matemáticos que se necesitan, con estas designaciones "se manifiesta la utilidad de la buena idea del Excelentísimo Fundador de esta Academia, como primer éxito de este establecimiento". Como horarios de clase para la Minería establece, en verano, de 7 a 10 de la mañana y de 4 a 6 de la tarde y, en invierno, de 8 a 11 y de 2 a 5, siempre que no tengan ocupaciones de minas, fundición o taller. Los horarios de clases para la Academia de Principios de Matemáticas, serían los mismos, en la sala correspondiente. Establece vacaciones los meses de julio y agosto por lo riguroso de la tempe-

ratura del País. Se permite entre ellos repeticiones, etc., para destacar el Amor, Desvelo y Gusto para el estudio. La puerta de la Casa Academia se cerrará a las 10 en verano y nueve en invierno. Los instrumentos entregados a cada Matemático deberán estar bien conservados y limpios. Hizo obligatorio entre los alumnos el uso del traje reglamentario.

En diversos escritos el Director habla de los progresos de los Jóvenes Matemáticos, sin encontrar antecedentes de quienes eran éstos, e incluso en la Lista General de Alumnos, publicada por Maffei, se pasa de la promoción de 1781 a la de 1790. Dispuso el Ministro (1785-abril-30) se le enviase semestralmente por conducto del Superintendente, noticia del estado y aplicación de los matemáticos, informando Hoppensack (1786-enero-13) y, a la ampliación pedida por el Superintendente, contesta el Director, referente a las actividades prácticas, las realizadas de los planos de fundición, copiados por los Matemáticos, nivelaciones de los socabones y cartografía de los mismos, diversas mediciones dentro de las minas, completa la información indicando que más adelantan con las explicaciones de voz viva del Director y experimentos a la vista, que con la obtenida en los cuadernos (Apuntes). Respecto a los Principios con que la escuchan y a las varias demostraciones que para más clara inteligencia les da verbalmente a su tiempo, en el cual está empeñado con el mayor conato y gusto, son fundamentales en su provecho. En este escrito incorrectamente dice, "tengo de ver a S. E. satisfecho, en esta parte, como fundador de esta tan interesante Academia" (1786-enero-21).

El ministerio universal de Indias es dividido (1787-julio-8) en dos secretarías de despacho de Indias; una comprende Guerra, Comercio, Hacienda y Navegación, la otra Gracia y Justicia y materias educativas. Los asuntos de minas y azogues permanecen unidas en Hacienda.

En la promoción de 1790 ingresan dos Jóvenes Matemáticos, destacadas personalidades; fueron número 9, Joaquín Cabezas, y número 10, Diego de Larrañaga, el primero aventajado en el Laboratorio de la Platina y el segundo llegó a Director de Almadén, denominando al establecimiento en las R. O. de designación "Colegio de Minería y Geometría".

En la promoción de 1791 figuran Juan Roig y Salas, número 11, Delineador de Almadén; Juan Bautista de Erro, número 12, Consejero de Castilla y Ministro de Hacienda; número 13, Antonio Torrents y Ribas, Ingeniero de Almadén, y número 14, Braulio Hernández Correas, Delineador de Almadén; y de la de 1792, Juan María San Cristóbal, quien fue Ingeniero de Almadén y número 15.

Para deducir la duración de los estudios, podemos seguir el expediente de un alumno destacado de la "Academia de Minería y Geometría Subterránea", como lo fue De Erro. Se designa Joven Matemático por R. O. (1791-abril-17), incorporado (1791-julio-6), se inician sus devengos con 12 Rs diarios hasta su cese (1794-octubre-

18), por lo tanto, la duración de los estudios fue superior a los tres años, disponiendo por R. O. (1794-julio-21) pasase a Madrid a ampliar estudios de Química, Minerología y Ciencias Naturales.

Este Director, en todos sus escritos, demuestra suma corrección y ganas de complacer a la superioridad, pero algo ocurre cuando la Junta de Estado pretende buscar un sustituto (1790-junio-7) considera la comunicación del Embajador de España en Viena, Sr. Marqués del Llano, donde indica no es momento político hacer gestiones con el Director de Minería de Schmemnitz, eminente mineralogista Ruppecht, para su traslado a Almadén como Director de la Academia.

Continuación de esta gestión fue una serie de licencias por enfermedad al Director, finalizando por separar las Direcciones de las Minas y de la Academia (R. O. 1791-septiembre-16) encargando de las Minas a Juan Federico Mayer, y de la Academia a Hoppensack. Le encomienda, una vez restablecido de su dolencia, señale horas fijas para dar en la sala de la Academia las lecciones diariamente, salvo los festivos, con partes bimestrales del adelantamiento de los Matemáticos. Contestó a esta comunicación Hoppensack de haberse dado una interpretación a la R. O. diferente a las intenciones reales. Está conforme con fijar horas de clase cuando desocupen la sala, de la cual le fue entregada la llave (1791-septiembre-21). Sostiene el Director, que los cinco Jóvenes Matemáticos siguen aprovechando en los estudios, pero como le han vuelto las calenturas, justifica su inacción, habiendo encomendado a sus alumnos la copia de los textos, lo cual les servía de estudio. En este escrito y los siguientes referentes a los instrumentos para los trabajos de delineación subterránea de los alumnos, se aprecia una tirantez entre el Superintendente y el Director.

Reitera el Director (1792) la petición de licencia para ir a Madrid, y le contestan con la inmediata finalización

*de MS. desde el para por re ile para re
comberme. Almadén 16 de Julio de
1784. Juan Federico Hoppensack*

Autógrafo de Hoppensack.

de su contrato (1792-septiembre-8), se daba por concluidas sus actividades y ordenaba la entrega de instrumentos, libros, muebles, etc., a su sucesor, Mayer.

En la topografía subterránea, los alumnos de Storr, utilizaban únicamente los métodos prácticos de Hannover, empleando exclusivamente la toesa sajona, a la cual estaban ajustadas las tablas, explicaba rompimientos, entiba-

ción, excavación e investigación de criaderos. El programa introducido por Hoppensack fue la utilización de toda clase de unidades de longitud y el empleo de las tablas de logaritmos en la resolución de los problemas cartográficos.

Se debe a este Director la creación de la cátedra de Dibujo, con motivo de su disposición (1788) de incluir entre los trabajos a realizar por los alumnos durante las seis horas de permanencia diaria en la Academia, la copia de planos, con el objeto de ejercitarse en el dibujo, siendo el primer profesor específico de la disciplina el Delineador de las Minas de Almadén Agustín Ugena (1800-septiembre-26), con el encargo de dar clase pública de dibujo y lavado de planos. Esta asignatura se incrementó por Vicente Romero (1830-octubre-8) con dibujo geométrico y de paisaje, ampliada la enseñanza (1833-agosto-9) a dibujo de figura.

IV-3. DIRECTOR: JUAN FEDERICO MAYER (1791-1796)

Había sido designado Mayer (R. O. 1790-septiembre-18) primer Director de los trabajos de descubrimiento de la mina de azogue en el Collado de la Plata (Teruel) y segundo director de las Minas de Almadén. Los biógrafos lo suponen pariente de Henrique Augusto Mayer, Auditor de Bailiaje (1762-1786) de las minas de Clausthal (Hannover), y asistente social de las familias de los mineros contratados para Almadén.

Era difícil reclutar alumnos para la Academia, sólo ingresaron durante la Dirección de Mayer, José Antonio Larrañaga, número 16, de la promoción de 1794, y Manuel Hernández Correas, número 17, de la de 1796; el primero llegó a Director de Almadén y, el segundo, a Director de Linares. Durante este período se estableció de R. O. la oposición para la selección de alumnos y se les negó el ingreso por carecer de formación adecuada o estar completas las plazas según antecedentes (1783 a 1798) fecientes a Juan de Mata Molero, Juan José López Peñalver, Francisco Santos, Eulogio Vellarán y Herrera, Felipe Delgado, Rafael Ruiz Espinosa, Manuel de Irazabal e Ignacio de Salazar.

Así como en la procedencia de alumnos, en la primera promoción, tres son catalanes y tres castellanos, en las sucesivas (1790-1796), se observa casi una procedencia común, Guipúzcoa y, dentro de ella, predomina Azcoitia, consecuencia del fomento de las aficiones mineras por la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País.

Creada (1788) la plaza de Director General de Minas del Reino, es designado Francisco de Angulo, antiguo alumno de Freiberg e Ingeniero Director de las Minas de Taucique en el Ducado de Saboya, en atención a su notoriedad e inteligencia en el campo de la mineralogía, antiguo amigo de Fausto Elhuyar, ejerció el cargo hasta su fallecimiento (1815) con celo, actividad y entusiasmo,

unidos a una grande y sólida instrucción y destacado talento.

Consideraba Angulo, al igual que Elhuyar, el conocimiento de la química como una asignatura fundamental para dominar las incipientes industrias mineraloquímicas, establecida su enseñanza en Madrid, tuvo especialísimo interés fuesen sus primeros alumnos los Jóvenes Matemáticos de Almadén. Comienzan las explicaciones de Química Mineralógica (1792-noviembre-1) en Madrid, profesadas por Francisco Chavenau y figuran, en la primera tanda de alumnos, José María de San Cristóbal, quien conservó su asignación durante los seis meses de estancia en Madrid. A mediados de 1797 regresan a la cátedra de Química Antonio Torrens, Juan Roig y San Cristóbal, para pasar en el cursillo del semestre siguiente, José Antonio de Larrañaga, Braulio Hernández Correas con lo que prácticamente pasaron en este período todos los antiguos discípulos de Mayer.

Comisionado Angulo (1794) por la superioridad, para estudiar el problema de los azogues peninsulares beneficiados por cuenta de la Real Hacienda, emitió informe (1794-agosto-22), donde destacó la importancia y necesidad de una buena organización de la Academia de Almadén, base de la R. O. (1794-septiembre-27) para proponer las posibles personas, titulares de las plazas de director, delineadores y profesores de la Academia. La respuesta de Angulo (1794-octubre-7) era designar un director instruido y español, pues los cuatro anteriores, alemanes, no habían dado el resultado esperado, sin considerar ésto como una censura hacia Mayer, a pesar de su poca actividad, posiblemente por razones de salud. La propuesta de Angulo estaba encaminada a la preparación y formación de jóvenes para sustituir a Mayer, como podían ser su hermano Manuel, pensionado por Carlos IV durante tres años en los colegios de Minas de Schemnitz y Freiberg, y posteriormente, viajó dos años por Europa recorriendo minas e industrias en Alemania, Suecia e Inglaterra. También como posibles colaboradores proponía a cuatro alumnos destacados, José Antonio de Larrañaga, Braulio Hernández Correas, Francisco Carlos de la Garza y Joaquín Cabezas. Estos pasarían para su formación en dos grupos de a dos, recomendando designar profesor a Cabezas por la magnífica traducción realizada de la obra de explotación minera de Delius, rectificada y valiosamente incrementada con los descubrimientos modernos, que la convertían en una magnífica institución de la ciencia de las minas para nuestra juventud (1794) y que Garza continuase con el perfeccionamiento alemán. Entre otras recomendaciones figura continuar con la costumbre iniciada por el Superintendente D. José de Rojas y Hierro de enviar a Madrid a los cadetes, para ampliar sus conocimientos de matemáticas, física, química y ciencias naturales, elevación del sueldo a 100 ducados por la cortedad de los 12 reales diarios debida al encarecimiento de la vida y como los conocimientos adquiridos por los Matemáticos eran de verdaderos Ingenieros, se les

diese como mínimo el grado de Alférez en lugar del de Cadete.

Consecuencia del informe de Angulo fue una R. O. (1796-abril-1) designando a D. Manuel Angulo como Director, aunque por una R. O. anterior (1795-octubre-6) se habían dispuesto continuase Mayer un año más para completar los ocho de enseñanza en la Academia, correspondientes al compromiso de su contrato con el Gobierno.

El plan de estudios, aunque propio de la denominación de ingenieros, no se daba en aquel tiempo a los funcionarios destinados a la explotación de las minas, el utilizado era el de "delineador", por ser la persona que trazaba las directrices por las que debía seguir una explotación minera o una fábrica metalúrgica, totalmente diferente a la misión del cuerpo, extinguido recientemente, de Delineantes de Minas. Aquellos técnicos, cuyas actividades se limitaban a la mina, la Administración los denominaba Geómetras Subterráneos, por ser sus actividades fundamentales reconocer por dónde debía pasar una formación, cubicarla y representarla idealmente para su posterior explotación. En su informe insistía Angulo se les diese la denominación de Ingenieros que les correspondía.

En cuanto a los estudios, recordaba la necesidad del estudio previo de las matemáticas, ampliable, si lo consideraban necesario, en la cátedra de la Academia de Nobles Artes de San Fernando. Posterior a sus estudios, o sea, ya graduados, ampliaban los conocimientos de física, química, mineralogía y geognosia en Madrid, en las cátedras establecidas sucesivamente.

Reconocida la necesidad del desempeño de las cátedras de Almadén por profesores españoles, fueron comisionados a Freiberg De la Garza y De Larrañaga, aconsejando particularmente al primero la formación en el campo de la geometría subterránea y el arte de levantar planos y, al segundo, en las demás partes del laboreo de minas. A su regreso les fueron encomendadas (R. O. 1800-julio-23) a Garza la cátedra de Geometría Subterránea y a Larrañaga la de Minería práctica, Laboreo de Minas y Mineralogía.

Fue sustituido Garza (1804) en la cátedra de Geometría Subterránea por José de Larrañaga, acumulando el Laboreo de Minas (1814) por fallecimiento de su hermano Diego. Este, poco antes de su fallecimiento, ultimó la traducción del alemán de la obra de Geometría Subterránea de Moeehling. Fue destinado a la cátedra de Geometría Subterránea (1830) don Fernando de Caravates. Iniciada la participación en la Escuela de Almadén de los antiguos alumnos de Freiberg, damos los datos de los españoles inscritos oficialmente, quienes figuran en la relación publicada en el libro editado con motivo de las fiestas del centenario (Dresde 1876). Actos programados y no celebrados a causa de la guerra austroprusiana.

Número Matrícula	Nombre	Curso
105	Conde de la Peña Florida	1772
182	Fausto de Elhuyar y de Suvive ...	1778
183	José de Elhuyar y de Suvive	1788
333	Andrés Manuel del Río y Fernández.	1789
361	Manuel de Angulo	1791
362	De Miaxa	1791
363	De Schnelenbuhl	1791
421	Pedro Méndez	1794
448	De Codon	1795
510	Francisco Carlos de la Garza	1798
511	José Antonio de Larrañaga y Arrambarri	1798
705	Timoteo Álvarez de Veriña y Cadrecha	1808
1.192	Lorenzo de Muxica	1828
1.195	Ramón de Muxica	1828
1.201	Lorenzo Gómez y Pardo	1829
1.202	Isidro Sáinz de Baranda	1829
1.245	Felipe de Bauzá	1830
1.246	Joaquín Ezquerria y del Bayo	1830
1.247	Rafael de Amar y de la Torre ...	1830
1.397	Enrique Rosales	1837
1.492	Manuel Ortigosa (R. S. de México).	1841
1.600	Jacobo José de Gordon	1846
1.744	Felipe Cabrera	1851
1.750	Emilio Juan María Huelin	1851
1.760	Florentino Zavala	1851
1.856	Leopoldo Heredia	1854
2.066	Casimiro Domínguez y Gil de Labarrieta	1858
2.403	Augusto Rosales y Valterra	1864

Entre estos 28 graduados, la mayoría es de origen vasco, consecuencia de la importancia dada a esta ampliación de estudios por el Conde Peñaflores y por F. de Elhuyar. En la relación no figuran los alumnos participantes en las enseñanzas como oyentes, tal es el caso de Francisco de Angulo, Luis de la Escosura y otros compañeros que habían estudiado en Almadén.

La formación de los pensionistas seleccionados por Elhuyar, era seguida con interés. En la Orden firmada por Lorena en San Lorenzo (1790-noviembre-26), con redacción típica del maestro (a. h. n. Estado), se dan instrucciones para el gobierno de los tres pensionistas: Josep Ricarte, Andrés del Río y Francisco Codesa, durante todo el tiempo de duración de la pensión, estudios en Freiberg, visitas a establecimientos, etc. La dotación era de 12.000 Rs. anuales y 8.000 Rs. para desplazamientos, con el programa de visitas en Alta Hungría, Bohemia,

sin mencionar Idria porque "de hablar con claridad, no se lograria ver la mina de azogue". De estos tres seleccionados, sólo del Río era antiguo alumno de Almadén y fue el único que cumplió el programa.

IV-4. DIRECTOR: MANUEL ANGULO (1796-1799)

El plan del Director General de Minas se cumple y designan Director (R. O. 1796-abril-1) a su hermano don Manuel de Angulo. Dan orden al Gobernador entregue al nuevo Director todos los documentos y noticias que tuvieren, sin duda con la idea de preparar unas instrucciones actualizadas para el gobierno de las minas de Almadén, las cuales se entregaron a la superioridad en momento oportuno para su promulgación por las graves incidentes (1797) que le habían precedido. En el proyecto figuraba la creación de una Junta de Superintendencia de Almadén. Consecuencia de esta creación fue la queja del Gobernador sobre las facultades otorgadas a la Junta.

Los desórdenes en Almadén continuaban; entre ellos ocurrió el asesinato de un destajero por la esposa de Pedro Hedroso, el incremento de la insubordinación de los dependientes y empleados de montes, los continuos altercados entre el personal de la mina.

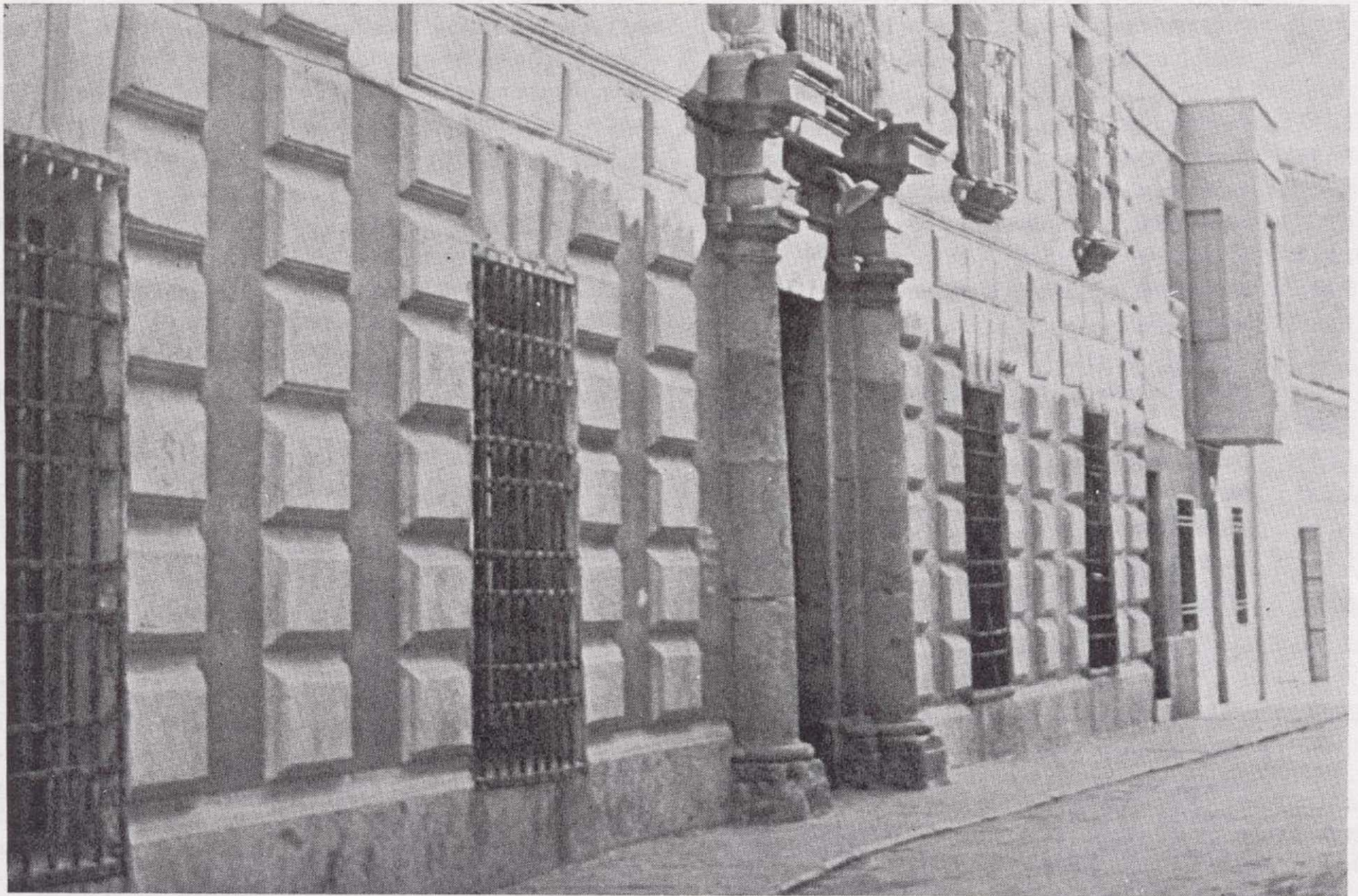
Encuentra Angulo múltiples dificultades para el desempeño de la Dirección de las minas, en la Academia sólo ingresa un matemático en la promoción de 1798, es el número 18, D. Rafael Cabanillas y Malo (1778-1853), natural de Almadén, quien con el tiempo llegaría a ser Director de la Escuela de Madrid y uno de los Ingenieros de Minas más destacados. En la de 1799 ingresa el número 19, D. Agustín Ugena, destinado en Almadén como Delineador.

Ha finalizado el invierno de 1798; se reúnen un domingo los dos antiguos compañeros para dar una vuelta por aquellos hermosos bosques de las inmediaciones de Freiberg. Se trata de Francisco de la Garza y José de Larrañaga. Verdaderamente hace una mañana primaveral, ya tenía ganas de que llegase este buen tiempo, después de un invierno tan desapacible, con noches interminables. Se me cansaba la vista al estudiar a la luz del candil y tenía que acudir a la chimenea a calentarme y descansar. Yo prefería la candela que además dicen es más económica. Comprendo como estos alemanes que fueron contratados a Almadén o a América, se quedasen a morir y no pensarán ni por un momento regresar a su patria. Mientras paseamos recordemos algo de Almadén. Estas minas de Almadén, desde que la dejaron los Fúger, fueron un asunto muy delicado, por el interés de los superintendentes en suministrar cuanto azogue les pedían y podían, sin preocuparse de su preparación. Parecía natural que, después del último incendio (1755), con la llegada de la inspiración sajona en aquella minería, comenzara una época más favorable, por el interés

de éstos y el reconocimiento por la superioridad de la conveniencia de sujetar las labores a las reglas del arte de las minas. Cuando estuvimos de alumnos (1790) pudimos comprobar no se había llegado a establecer un sistema regular de preparación y explotación, cuyas partes todas se correspondiesen entre sí; vimos como eran defectuosos la programación de las labores, la ventilación, el transporte, el desagüe, las máquinas, las excavaciones. Nosotros, que vimos la caída en desgracia de Hoppen-sack, muy parecida a la que nos contraron de Storr y de Köeler, alemanes, luteranos, rígidos, autoritarios, con magnífica formación y buenas intenciones, para ellos todo fueron complicaciones. Además de las causas específicas

por sus inferiores, con continuos movimientos controver-sicos y disputas, muchas veces impuesta por la superioridad la resolución menos aceptada, o permanecía indefinidamente sin resolver.

Hemos de reconocer fue muy acertado el criterio seguido en nuestra formación, primero la preparación matemática, después la permanencia en la Academia, seguida de un semestre en Madrid para ampliar nuestro conocimientos de Matemáticas, Metalurgia y Ciencias Naturales y, luego la salida a Freiberg con lo cual puede considerarse como completa. Las dificultades de la Dirección de Almadén son muchas, atender a la Mina y la Academia, no contar prácticamente con profesores co-



Casa de la Academia de Almadén.

que me indicas son fundamentales la carencia, en la Dirección de la Mina y de la Academia, de la precisa autoridad y representación para que su acción fuese tan ejecutiva y enérgica como conviene en una explotación minera. No comprendo como los Ministros y Secretarios no se dan cuenta, es desalentador en el caso de falta del Superintendente, no decaiga el mando en la Dirección. Los Directores se ven embarazados al actuar por sus superiores en facultades y prerrogativas y dificultados

laboradores, oposición del pueblo, que además de considerarlos herejes, no le son agradables por alemanes. La figura del Superintendente nunca fue simpática para los delineadores, mientras estuvimos en la Academia, acuérdate que no bajaba a la mina. La organización del trabajo y las intrigas dejan mucho que desear en perjuicio del Director. Hemos visto separar inmotivadamente operarios de la enmaderación, para colocar otros en su lugar, los separados reclamaban, los nuevos destinados también

de éstos y el reconocimiento por la superioridad de la conveniencia de sujetar las labores a las reglas del arte de las minas. Cuando estuvimos de alumnos (1790) pudimos comprobar no se había llegado a establecer un sistema regular de preparación y explotación, cuyas partes todas se correspondiesen entre sí; vimos como eran defectuosos la programación de las labores, la ventilación, el transporte, el desagüe, las máquinas, las excavaciones. Nosotros, que vimos la caída en desgracia de Hoppen-sack, muy parecida a la que nos contraron de Storr y de Köeler, alemanes, luteranos, rígidos, autoritarios, con magnífica formación y buenas intenciones, para ellos todo fueron complicaciones. Además de las causas específicas

por sus inferiores, con continuos movimientos controvertidos y disputas, muchas veces impuesta por la superioridad la resolución menos aceptada, o permanecía indefinidamente sin resolver.

Hemos de reconocer fue muy acertado el criterio seguido en nuestra formación, primero la preparación matemática, después la permanencia en la Academia, seguida de un semestre en Madrid para ampliar nuestro conocimientos de Matemáticas, Metalurgia y Ciencias Naturales y, luego la salida a Freiberg con lo cual puede considerarse como completa. Las dificultades de la Dirección de Almadén son muchas, atender a la Mina y la Academia, no contar prácticamente con profesores co-



Casa de la Academia de Almadén.

que me indicas son fundamentales la carencia, en la Dirección de la Mina y de la Academia, de la precisa autoridad y representación para que su acción fuese tan ejecutiva y enérgica como conviene en una explotación minera. No comprendo como los Ministros y Secretarios no se dan cuenta, es desalentador en el caso de falta del Superintendente, no decaiga el mando en la Dirección. Los Directores se ven embarazados al actuar por sus superiores en facultades y prerrogativas y dificultados

laboradores, oposición del pueblo, que además de considerarlos herejes, no le son agradables por alemanes. La figura del Superintendente nunca fue simpática para los delineadores, mientras estuvimos en la Academia, acuérdate que no bajaba a la mina. La organización del trabajo y las intrigas dejan mucho que desear en perjuicio del Director. Hemos visto separar inmotivadamente operarios de la enmaderación, para colocar otros en su lugar, los separados reclamaban, los nuevos destinados también

interinamente, por ser puestos muy codiciados, como comienzo de la profesión de capatazar u oficial, se creían con cierto derecho y resistían a cesar, fíjate que algunos, durante todo el tiempo de nuestra permanencia, no tomaron una sola vez ni el hacha ni la barrena. Siempre me acuerdo del relato (1740) anterior al incendio, de haberse descubierto, a pesar de la intensa vigilancia oficial, en la fragosidad de la sierra comarcana, un horno en el que destilaban minerales procedentes de las sustracciones, por sus propios operarios, de minerales en las minas. Hemos presenciado durante nuestras prácticas, para dar la cantidad de azogue exigida, arrancar mineral donde se debía respetar, con aumentos en los costes de fortificación y en los de excavación y degradación del orden, cuya falta en las minas, puede acarrear las consecuencias más funestas. Ya viste, cuando hacías las cuentas, resulta superior el coste de los forzados que el de los operarios libres. Los mineros, siendo forasteros, on tienen para su subsistencia y la de sus familiares, otro arbitrio que el jornal devengado, viéndose obligados a huir de Almadén para buscarlo en otra población cuando no se les paga. Los trabajadores no concurren en número suficiente para atender a los ejercicios y faenas de las minas.

Estas luchas y preocupaciones van en perjuicio de la Academia, ya ves desde la promoción de 1782, donde el único alumno fue Andrés del Río, no tuvieron alumnos bien preparados hasta la nuestra. La idea primitiva de seis alumnos cada dos años, no puede realizarse.

Recibí carta de mi familia y me dice corren rumores de que Angulo está delicado de salud, sus disgustos son grandes y relata la ocurrencia de graves incidentes en Almadén.

IV-5. DIRECTOR: MANUEL PEREZ Y ESTALA (1799-1802)

Se encomienda (R. O. 1799-noviembre-22) al Ingeniero Comisario Ordenador honorario del Ejército, D. Tomás Pérez de Estala, la asunción durante la ausencia de José de Rojas del gobierno y la superintendencia de Almadén y de sus minas, con todas las facultades de la Junta, de realizar la vista de dichas minas y tomar cuantas medidas estimase oportunas para su beneficio y el de sus empleados y obreros. Había sido destinado Manuel a Almadén con motivo de la puesta en marcha de la bomba de vapor, con el título de contador honorario del Ejército, quien mantuvo la protección de su hermano Tomás, pues al ser promovido José de Rojas (R. O. 1800-julio-23) a Ministro de Capa y Espada del Consejo de Indias, se dispuso quedase Tomás Pérez en comisión como Gobernador de Almadén, quien debería pasar a esta localidad en las temporadas de principio de saca de azogues, visita general y demás casos precisos.

Grande es la importancia para la Academia de Almadén de la R. O. dada en San Lorenzo por Carlos IV,

promovida por el Ministro de Hacienda Soler y dirigida al Director General de Minas Angulo, donde constaba que por los informes conocía "la necesidad de no perdonar gasto ni diligencia para proporcionar los profesores más sobresalientes en la ciencia de las minas"... "y penetrado su Real ánimo de que los medios más propios para realizar tan justas intenciones son los de distinguir y premiar debidamente a cuantos se dediquen al referido estudio, con proporción a su calidad, talento y aplicación, que cada uno acredite en los exámenes, a que todos estarán precisados y en los viajes y estudios que se les destinará oportunamente, haciendo dignos de los empleos que se les conferirán en el curso de esta brillante carrera". Encarga al Director General le informe con la mayor brevedad y reserva posible de los individuos más aptos para seleccionarlos y fijación de las asignaciones, de quienes sigan "bajo las órdenes del Ministerio de Hacienda de mi cargo, la enunciada carrera, que el Rey ha decidido distinguir y premiar de todos modos".

Consecuencia de esta R. O. fue el extenso informe elevado por Francisco Angulo al Ministro de Hacienda, donde proponía el establecimiento de un Consejo de Minas, encaminado a la unidad de acción, plenitud de facultades y reunión de conocimientos científicos y facultativos de sus individuos. Parte de sus planes estarían destinados a los jefes de los establecimientos de minas, más distinguidos en su carrera, recompensá y estímulo para los cultivadores de esta profesión.

Considera en el informe dos posibles ubicaciones de la enseñanza de la minería: Almadén y Riotinto... "Ni uno ni otro presentan a la verdad iguales proporciones en el ramo de la fundición y, mucho menos, Almadén, por la sencillez con que se hace la explotación del azogue. Sin embargo, el gran interés que inspira este establecimiento, el estado en que se halla actualmente el de Riotinto, y el haber ya en Almadén un Instituto con el nombre de Academia de Minas, un edificio destinado a este objeto y un número de jóvenes destinados al mismo estudio, me inclinan a no variar de sitio ni de medios, y a tratar sólo el arreglo y dirección de la enseñanza, hacia el fin que nos interesa."

Expone los cinco ramos que deberían cursar en la carrera: química mineralógica y metalúrgica; arte de minas; geometría subterránea; delineación; lengua alemana. El arte de las minas comprende las labores internas y externas, mecánica o maquinaria y economía de minas, desempeñables al principio en plan de acumulación por el mismo profesor en dos cursos. Describe los temarios de los otros ramos, con formación simultánea teórica y práctica, colecciones de minerales, modelos de maquinaria, y el correspondiente laboratorio para práctica de los alumnos.

Trata de las prácticas en Almadén, Riotinto y también en las del plomo, aconsejando la supresión del estanco de un metal tan necesario a las artes y fábricas. Consi-

dera fundamental como complemento la formación en el extranjero y sienta el principio constante e inalterable, de la condición precisa de haber aprendido la ciencia en una Escuela de Minas, antes de servir en las minas o fábricas en empleos facultativos, económicos o gubernativos.

Como formación para el ingreso en la Academia de Minas, debe exigirse a los jóvenes los principios de latinidad, lógica, matemáticas y física, dando preferencia en igualdad de condiciones a quienes tuviesen conocimientos de química y mineralogía y lengua alemana o francesa. Estos alumnos se dividirán en dos clases, pensionados y meritorios, ambos con iguales derechos para todos los puestos.

En el informe sostiene no debe recurrirse más a profesores extranjeros, propone para la cátedra de química a Garza; para la de mineralogía, metalurgia y arte de minas a Larrañaga y para la de geometría subterránea, práctica y delineación al cadete Agustín Ugena, recomendando como interesante la formación de Víctor de Aguirre y Murillo.

La puesta en práctica de la mayoría de este informe produjo sus frutos inmediatamente, la promoción de 1800 fue la mayor desde su creación, limitado anteriormente el número de jóvenes a seis, por haberse elevado a 12 el número de los cadetes con sueldo y a 12 a los supernumerarios (R. O. 1800-julio-23), en ésta ingresaron diez, modificándose también la costumbre de convocar ingreso en años alternos, integrando la promoción de 1801 dos Matemáticos.

Diego de Larrañaga, que había regresado de Alemania (1800), reanuda inmediatamente sus funciones docentes, encargándole también, poco después, por orden del Superintendente, del departamento de destilación y sus anexos, revestido posteriormente de la jefatura facultativa de las minas y de la dirección de las fábricas de bermellón y de lacre, las cuales durante su dirección logró compitiesen sus productos con los de Idria, Holanda y China, los más apreciados de la época.

La designación de profesores fue la siguiente: Agustín Ugena (R. O. 1800-septiembre-26), dibujo y matemáticas a los vecinos de Almadén, con lo que se hacía pública esta cátedra de la Academia; Garza y Larrañaga (R. O. 1800-julio-23), para las asignaturas propuestas, comenzando el primer curso formal con estos tres profesores (1801-marzo-1), significando el Rey su satisfacción y excitando el celo de los profesores para lo sucesivo (R. O. 1801-marzo-14). Sostenía Angulo que la Química Mineralógica era fundamental para el Ingeniero de Minas y con el fin de facilitar su aprendizaje a los jóvenes propuso (1799) la creación de un cátedra en Almadén, proyecto no llevado a cabo, con lo cual tenían que seguir estudiándola en Madrid, con el consiguiente retraimiento para el ingreso en Almadén.

El papel de Larrañaga cada vez es más preponderante

y pierde consideración el de Pérez Estala, en el ánimo de Angulo y en sus conversaciones se trasluce el posible nuevo Director de la Academia.

IV-6. DIRECTOR: DIEGO DE LARRAÑAGA Y ARRAMBARRE (1802-1814).

La instrucción sobre las Minas de Almadén (R. O. 1802-junio-7) trata de poner fin a muchas de las anomalías allí existentes, marca las funciones del diverso personal, aunque omite las de los alumnos pensionados y entre otras establece las del superintendente, quien en lo sucesivo, debería ser una persona científica. También disponía que el incorporado Gaspar Soler de López Tarín, como Superintendente General (R. O. 1782-junio-5), por cese en el Consejo de Indias. Falleció el Superintendente se nombra sucesor (R. O. 1802-octubre-12) a D. Gaspar de Soto, habiéndose designado (R. O. 1802-junio) Director a Larrañaga, a Garza Director y Teniente de la Superintendencia subdelegada de Almadenejos, y a Ugena Subdirector de Almadén, con la obligación de continuar profesando la enseñanza pública en horas compatibles con las obligaciones anteriormente indicadas. Anteriormente (1802-enero) había sido designado José de Larrañaga primer catedrático de matemáticas.

Dispone la instrucción fuese el Superintendente de las minas, el Presidente de la Academia allí establecida, en cuyo concepto debería asistir a los exámenes públicos que habían de celebrarse anualmente en abril, y hacer una información y calificación razonada de cada uno de los alumnos, la que sería elevada para noticia del Rey por conducto del Superintendente General de Minas y Azogues.

Con motivo de la instalación en las minas de Almadén, de la máquina de vapor de Watt, para el desagüe de las minas, se sintió la necesidad práctica de separar la Mecánica aplicada de la Geometría subterránea o minería práctica (R. O. 1802-junio), encomendando esta asignatura al Subdirector, con un ayudante, D. José de Larrañaga. La propuesta de distribución de las asignaturas hecha por el Comisario y aprobada (R. O. 1804-junio-18) fue la siguiente: Mineralogía a Diego de Larrañaga; Geometría subterránea a José de Larrañaga; Matemática y dibujo y lavado de planos a Agustín de Ugena.

Los cadetes continuaban con la asignación de 12 reales diarios, igual a la establecida cuando se creó la Academia, excepto la del alumno número 25, Bernardo de Borjas y Tarrius, quien disfrutaba de la excepcional asignación de 10.000 reales anuales, más del doble de la de sus compañeros de estudio, todos con habitación en la casa de la Academia. Esta asignación se elevó (1808) a 18 reales diarios.

En los primeros tiempos no se permitía el matrimonio a los jóvenes, pero sí cuando ya eran destinados como delineadores, el cual tenía que contraerse después de ob-

tener la licencia real, como el caso de Francisco Carlos de Garza, quien la solicitó cuando ya era delineador (1791-febrero-5) para contraerlo con Antonia Parés y Ramiro. Una reiteración de aquel criterio fue la R. O. de negatoria de esponsales a favor de Rafael Cabanillas y Malo (1802-mayo-18), criterio modificado (R. O. 1805-febrero-2) con el caso de Víctor Aguirre y Murillo, quien abonaría un real diario por el concepto de casa para el matrimonio.

Las promociones del tiempo de Larrañaga, se redujeron considerablemente, la de 1802 sólo contó con un alumno, el número 32, Diego Sánchez Molero, destinado al acabar sus estudios al Laboratorio de la Platina y la de 1807 también con un alumno, el número 33, Fernando Caravantes, futuro Director de la Academia.

Fue Larrañaga un celoso e incansable Director, ocupándose intensamente de la Academia y de las minas, en 1808 las tenía ya convenientemente fortificadas y en el mejor estado que pudiese esperarse, pero en vísperas de comenzar una de las épocas tristes de Almadén, por la Guerra de la Independencia, momento de máximo auge de lucha de partidos, persecuciones, continuo cambio de empleados difíciles de reemplazar, atraso en la fortificación de las minas, atropello en la marcha de las labores. Como consecuencia de la falta de consignación muchos de sus empleados se vieron obligados, para no padecer hambre, a trabajar en las excavaciones, al lado de los simples mineros después de finalizada la jornada laboral de la oficina. Hubo época en que ni siquiera se abonaban los jornales.

Las tropas francesas invaden Almadén (1810-enero). Larrañaga, con un patriotismo sin igual, defiende ante el invasor la Academia y las minas, continúa de Director atendiendo a todo, agregándole la nueva autoridad usurpadora un ingeniero francés. Los vecinos del pueblo se prestaron a realizar toda clase de sacrificios, hasta las cofradías y santuarios de la comarca contribuyeron con sus frutos, dinero y alhajas a todas las necesidades, evitando la emigración de la mayor parte de los trabajadores fijos, quienes se contentaban con el mínimo necesario para no perecer. Llegó para los habitantes de la Villa de Almadén (1812-agosto), el día alegre de la evacuación del invasor.

Larrañaga se había distinguido como profundo conocedor del francés, a favor del respeto por el invasor de los intereses allí creados, e incluso logró del Mariscal Soult varias remisiones de fondos desde Sevilla, para el sostenimiento de las fábricas. Su intachable comportamiento fue puesto en duda por este motivo (1813-marzo-27) resuelto favorablemente con toda clase de pronunciamientos (1814-septiembre-6).

Como consecuencia de la incorporación de la juventud al ejército, no hubo promoción hasta después de la liberación de Almadén. Fue la de 1814 con cuatro alumnos quienes emprendieron los estudios con máximo interés, hasta el punto de cursarse una R. O. (1814-junio-23),

donde se manifestaba la satisfacción con que vio el Rey los adelantos y aplicación de los alumnos de la Academia.

El gobierno de la liberación no mandaba fondos, causa primordial de la continuación de los momentos difíciles para el personal de Academia y mina. El Ingeniero Larrañaga, abatido por la desgracia, envidia e ingratitud, moría en Madrid (1814-octubre-5).

Esta decadencia de Almadén, fue una consecuencia de la desorganización general de las instituciones científicas, iniciada con la invasión napoleónica, a la que siguió un clima de desconfianza en la ciencia y en la utilidad de las titulaciones alcanzadas con muchos esfuerzos en los centros de enseñanza superior. Coincidió este quinquenio de paralización en la enseñanza superior, con un fuerte desequilibrio político interior, la iniciación de la mayoría de edad de virreinos y provincias ultramarinas, y la carencia de relaciones científicas con Europa, y por ello de falta de información de los progresos técnicos.

Por R. O. (1814-enero-20) se dispuso la impresión de la interesante traducción de Diego a la Geometría Subterránea de Moehling. No llegó a editarse por falta de consignación.

Este brillante Ingeniero de Minas, con una vida incesante de sacrificios en favor de la minería y la enseñanza, nunca correspondidos, legó a Fernando VII su magnífica colección de minerales y sus libros y apuntes. A sus hermanos les dejaba los muchos créditos que tenía contra la Hacienda, por atrasos no percibidos de sus haberes al servicio del Estado.

IV-7. DIRECTOR: JOSE ANTONIO DE LARRAÑAGA Y ARRAMBARRE (1815-1816)

Epoca difícil para la Academia la del bienio en que José actuó como Director. Había dejado su actividad oficial hasta que se aclaró el comportamiento intachable de su hermano Diego. Por R. O. (1815-enero-21) se le asignaron la dirección de la fábrica de bermellón y lacre y la subdirección de maquinaria.

La Academia continuó funcionando con los cuatro alumnos de la promoción de 1814, ingresando dos en la de 1816. Período directivo poco floreciente, por carencia de profesores y disminución del interés en los medios oficiales por su continuidad.

Larrañaga fue siempre un destacado ingeniero, con inmenso interés en la resolución de los problemas planteados en la destilación del mineral. Cuando el célebre químico Domingo García y Fernández, uno de los más ilustrados de su tiempo, miembro de la Real Junta de Comercio, Moneda y Minas, para los asuntos de química, fue designado Superintendente y Director Facultativo de Almadén (octubre 1822 a junio 1829), lo propuso para

Director del cerco de destilación y, posteriormente, del cerco y maestranza de San Teodoro. En estos puestos mejoró la destilación y redujo las pérdidas de gases contaminantes. Sus éxitos fueron debidos a la constancia y carácter inflexible de Larrañaga, aplicados a la lucha contra todos los obstáculos impuestos desde un principio, unos de mala fe y otros por la debilidad de quienes tenían que actuar, rémoras inseparables de los programas mineros de aquellas épocas.

IV-8. DIRECTOR: FRANCISCO CARLOS DE LA GARZA
(1816-1826)

En la designación como Director de la Academia de Francisco de la Garza, se dio la circunstancia de haber sido el alumno número 1 del mencionado centro (R. O. 1778-marzo-13), donde ocupó importantes puestos de responsabilidad, como la dirección de las minas de Almadén y Almadenejos con ocasión de la enfermedad de Hoppensack (1788), alcanzando el título de delineador de las mencionadas minas (R. O. 1790-diciembre-20). Entre las misiones desempeñadas destaca (1788-mayo-15) la encomendada por Hoppensack culminada con el descubrimiento de las minas de carbón de Espiel, Belmez y Peñarroya. Fue el encargado (R. O. 1789-junio-8) de la dirección de la construcción de la célebre bomba de vapor, durante la estancia en Vizcaya del Director maquinista Manuel Pérez Estela, para presenciar la forja de las piezas mayores. Durante la enfermedad del Director Pérez Estela, fue nombrado interinamente Director, a la vez que Teniente de Superintendente subdelegado del Gobernador, cuyo destino desempeño durante catorce años.

Nombrado Director (R. O. 1816-marzo-15), en un momento colmado de dificultades, por lo que sólo pasó la promoción de 1816 con dos cadetes. Los sucesos políticos de 1820 y 1823 obligaron a cerrar la Academia de Minas hasta 1826.

Un joven ingeniero Rafael Cabanillas y Malo (1778-1853) admirador y modesto colaborador de Elhuyar, comenta los preparativos del proyecto de ley orgánica (1825-julio-4). Considera a D. Fausto, celoso por el bien de su patria, y justamente acreedor por sus distinguidos talentos y servicios al reconocimiento publicó con su ley, estableció y aseguro con general aceptación el libre laboreo de las minas y el beneficio y expendió de sus frutos. Creada la Dirección general de minas, autoridad central facultativa especialmente encargada de la protección y fomento de la minería, abrió un campo ilimitado a la industria y al empleo de los capitales en un país, enriquecido por la naturaleza prodigiosamente en minerales, y si bien la minería no pudo tomar desde luego el incremento de que es susceptible, esperamos alcance grandes adelantos, venciendo los embarazos y dificultades insuperables para su marcha y prosperidad, debidas a las revueltas políticas y guerra civil.

Sostiene que personalmente se había persuadido Elhuyar en Nueva España, con el magnífico Real Seminario por el fundado, de que uno de los móviles fundamentales de actuación, debería ser la propagación de los conocimientos en que están fundados los principios básicos de minería y metalurgia, así como la adquisición de sujetos adornados de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios, que pudiesen dirigir con acierto y economía todas las faenas y maniobras que en ella se practican. Los conocimientos necesarios para dirigir con acierto las empresas mineras, no pueden adquirirse, con las obras elementales de las ciencias en que estriba el ramo de minas, es preciso no perder de vista que las operaciones subterráneas, y las muy variadas y complicadas del beneficio de los minerales, deben estudiarse radicalmente y por principio dedicándose con perseverancia al estudio de las ciencias en que están fundadas, a lo cual debe seguir una práctica continua, y la más constante observación para llegar a conocer las oportunas y útiles aplicaciones de dichas ciencias; es necesario el establecimiento de la escuela especial de minas cuya enseñanza ofrece a los que se dediquen al ramo los medios de hacer su carrera y de ser útiles al Estado y a los empresarios de minas la posibilidad de contar con ingenieros inteligentes que dirijan las suyas, el acierto necesario para que se conserve y prosperen siéndoles productivas.

Pasemos a una información más directa, a las manifestaciones del propio Elhuyar (1825-febrero-3) al ministro Luis López Ballesteros cuando ultimaba la preparación de la ley orgánica para el fomento de la minería en España, como razonada defensa de la misma. La minería ha resuelto un ejercicio muy complicado en sus faenas, maniobras y procedimientos, su subsistencia proporciona una infinidad de gentes, sosteniendo su agricultura, industria y población. Para el Estado siempre son productivas, aún cuando ofrecen pérdidas a sus empresarios, y al mismo tiempo proporcionan ocupación y subsistencia a una multitud de gentes y poblaciones enteras, siendo continua y permanente en todas las estaciones, y duplicada por efectuarse de noche como de día.

Si paramos nuestras consideraciones en la multitud y diversidad de faenas, maniobras y operaciones que comprende el ejercicio de la Minería, fundadas todas en principios de las ciencias naturales, se echará de ver que en ningún otro ramo son tan variadas y numerosas sus aplicaciones, ni más esenciales sus conocimientos para desempeñarlos con la perfección requerida. La teoría del laborío de las minas en sus diferentes dependencias, la maquinaria de las mismas, los ensayos de los minerales y los diversos métodos de su beneficio, todo se reduce a aplicaciones de las Matemáticas, de la Física de la Química, y de la Orictognosia y Geognosia, y sin las correspondientes nociones de estas ciencias, no puede darse un paso en aquellas, que no sea aventurado... es indispensable alguna disposición con la que puedan adquirirse

unos y otros conocimientos... La oportunidad de algunas medidas suele también perderse con los lentos y multiplicados trámites de consulta e informe a que ordinariamente están sujetos los encargados del Gobierno en tales negocios.

Referente a la formación del personal minero en sus diversos grados lo razonaba: Los principios y reglas en el arte del laborío es esencial e indispensable lo posean sus dueños, o los que por su nombre a su encargo hayan de manejarlas. Es preciso exigir, acrediten la correspondiente instrucción por examen formal, en virtud del cual se les faculte para ello: sin que por esto se entienda hayan de ser hombres científicos, bastando esta práctica de largo ejercicio, y acreditados en el por su aplicación y buen desempeño en los cargos subalternos que en las mismas u otras minas hayan obtenido, con aptitud para observar aquellas reglas y cumplir las prevenciones que les hagan en la visita los encargados del Gobierno.

Por lo que hace a los ingenios o fábricas de beneficios, el Gobierno debe hacerlas reconocer periódicamente por sus gentes, para advertir y procurar se enmienden los defectos que noten no permitiendo se encargue de la dirección de sus operaciones a sujetos sin la instrucción competente, a lo menos con práctica, acreditada en examen, como los destinados para las minas.

Interesa que el Gobierno, cuide de la correspondiente regularidad del laborío de las minas, para aprovechar completamente sus frutos, y asegurar su mayor duración posible. Para ello necesita agentes intermedios, de los cuales unos reconocen de cerca lo que en ellas se hace y convenga hacerse, y los otros sirvan de conducto para instruirles de todas las ocurrencias, y proponerles las medidas que deban tomarse. Todos ellos corresponde sean precisa e indispensablemente facultativos científicos, con el conocimiento posible de todas las partes del ramo, y dedicados a él con exclusión de toda otra atracción. No se permitirá que los dueños de las minas dicten ni tomen en ellas, por sí, ninguna providencia.

Estos razonamientos, los podemos considerar de actualidad siglo y medio después, con la formación profesional obrera, los titulados de grado medio y los superiores, por ello seguimos reproduciendo algunos párrafos de las manifestaciones de Elhuyar.

Con el fin de que las minas se trabajen con el correspondiente arreglo, y se asegure su mayor duración posible, que sus frutos se beneficien con la exactitud y economía que admitan, y que el Estado consiga las ventajas que ofrece este ramo, se han establecido en los principales Estados de Europa, Escuelas para la enseñanza teórica y práctica: y a su ejemplo se han creado también una en Méjico y otra en Almadén. Aunque en alguna se han reunido la enseñanza de las ciencias fundamentales y auxiliares a la del arte propio de las minas, no es esencial, con tal que proceda la instrucción de las primeras a la del segundo, esta conviene se efectúe en las inmediaciones de las mismas minas, para hacer más percep-

tibles con su reconocimiento los preceptos e imponerse mejor de las maniobras y operaciones con la inspección y ejercicio práctico de los trabajos. De este modo se simplifican y resultan menos gravosas, las escuelas peculiares de Minería, que en caso necesario pueden multiplicarse más fácilmente.

Con esta idea, los jóvenes hallarían en los establecimientos enseñanza pública de Matemáticas, Física, Química, Mineralogía y Dibujo de la Corte, suficiente ocasión para entrar en la escuela de aplicación de Minería.

En estas, bastarían dos Profesores con algún Ayudante, el uno para la enseñanza de la Geometría subterránea y el laborío de Minas, y el otro para la Docimasia y Mineralogía; con el correspondiente laboratorio, los instrumentos, modelos y demás necesario en cada clase, una colección de minerales y una biblioteca unida a la facultad. Los alumnos permanecerían en la escuela dos o tres años según su aprovechamiento y disposición. Después pasarían a imponerse en los métodos acostumbrados en otros distritos, especialmente en lo relativo al beneficio de sus diferentes producciones. En estos nuevos ejercicios se ocuparían otros dos o tres años. Después serían examinados, para calificar su idoneidad y ser propuestos los aprobados para Ingenieros.

Acostumbrado a las ayudas de Nueva España, opina favorablemente sobre la conveniencia de que S. M. siguiese dotando cierto número de plazas de alumnos, para la manutención de otros tantos jóvenes hasta su graduación de Ingenieros. Debe ser libre y franca la admisión a sus clases, a cualesquiera que sin los indicados requisitos, quisiese asistir a ellas, a fin de que los dueños de minas o sus dependientes aprochasen, en cuanto estuviese a su alcance, de la instrucción que en sus lecciones se diese.

A los sujetos con quienes tienen práctica y competente conocimiento de la materia, después de asegurarse en ello, sometiéndoles a algún examen, se les expedirían las licencias o títulos de peritos prácticos que los autorizase para encargarse del laborío o del beneficio, facultad que habría de usarse con prudencia, disimulando bastante en esta parte, y supliendo la vigilancia y esmero de los Ingenieros, la falta de luces de dichos individuos.

Dado el carácter de aventurados, poco seguros, recios y arriesgados, de la gente ocupada en las minas, y la precisión de alentar a las gentes por todos los medios posibles al cultivo y propagación del ramo y al igual que en Europa y América, deben estar exentas de servicio militar y otras cargas y gozar de distinciones y prerrogativas que no disfrutaran las clases comunes del Estado, así como el goce de las prerrogativas y privilegios personales que han gozado hasta aquí los mineros por las reales ordenanzas de 1584.

Entre los otros razonamientos expuestos por Elhuyar, figura su criterio opuesto a que el Gobierno se empeñe en trabajar minas por sí, sino en casos y circunstancias muy extraordinarias. Establecimiento de dos exacciones únicas

sobre la industria minera, la una fija anual por cada pertenencia de mina o canon por superficie, y la otra proporcional a la utilidad líquida rendida por cada empresa; el producto de la primera se destinaría a los gastos de dirección, gobierno y enseñanza del ramo, el de la segunda a las atenciones comunes del Estado.

El Ministro acoje con entusiasmo las ideas de Elhuyar, y propone a S. M. el Real Decreto de reorganización de la minería, por considerar que con el tiempo puede ser uno de los ramos más útiles y lucrativos el de las producciones mineras (R. D. 1825-julio-4), por él se crea, dependiendo del Ministerio de Hacienda, la Dirección general de Minería en Madrid y en su Art. 43 dispone "Para proporcionar la instrucción fundamental a las personas que se dediquen al importante ramo de la minería, se dara nueva forma a la escuela de aplicación de Almadén, estableciéndose allí dos cátedras bajo la dependencia de la Dirección general, la una de geometría subterránea, y la otra de docimasia y mineralurgia" (este Art. por errata en el texto original figura como 42).

La Instrucción Provisional para su ejecución, fue aprobada por Ballesteros (R. O. 1825-diciembre-18) a quien en agradecimiento lo inmortalizaron con la "ballesterita". En ella se establece la cómoda jornada diaria de 9 a 12, salvo festivos y de sus 192 articulado referente a la formación de personal, extractamos lo siguiente.

Art. 169... "se procedera a establecer en la Escuela de Minas de Almadén las dos cátedras señaladas, la una de Geometría subterránea y laborio de Minas, y la otra de Docimasia y Mineralurgia..."

Art. 170 ..."cada cátedra un profesor científico, que con la correspondiente aplicación de los principios matemáticos, físicos, químicos y mineralógicos, expliquen fundamentalmente, y con la debida individualización, las reglas que en los diferentes casos cada uno de los espesados ramos deben observarse para su mejor ejercicio..."

Art. 171. ..."A la enseñanza teorica agregara cada Catedrático en sus asignados ramos la de la observacion y reconocimiento materal de los objetos, a los que deben aplicarse aquellos principios y reglas, y la de la ejecución practica de las maniobras y operaciones que peculiarmente le correspondan".

Art. 172. ..."Esta segunda instruccion la dara el Catedrático de la primera clase, visitando repetidas veces con sus discipulos aquellas minas, para hacerles notar su naturaleza, circunstancias y variaciones que ofrezcan sus criaderos; manifestarles la distribución y destino de sus labores; imponerles de los diferentes medios que se emplean para asegurarlos y facilitar la ventilacion, el desagüe y la extraccion de frutos y escombros; darles a conocer el pormenor de sus faenas y maniobras en su efectiva ejecución, e instruirles en el modo practico de echar la medidas y tomar los datos necesarios para levantar el plan de una mina, haciendo lo forme cada uno del tramo medido. Del propio modo ejecutaran con ellos en la superficie las

operaciones convenientes, para imponerles en las nivelaciones, formación de planos de cualquiera terrenos, y en las demarciones de pertenencias de minas y sitios para oficinas de beneficio".

Art. 173. "...El de la segunda clase la desempeñara por su parte, practicando y haciendo que sus discipulos ejecuten toda clase de ensayos docimásticos, o en pequeño, reconociendo con ello y analizando las operaciones de beneficios por mayor usuales en aquel establecimiento, y ejecutando algunas otras en el modo posible con producciones minerales de distinta especie que al efecto se lleven de otros parages".

Art. 174. ..."Ademas de la asistencia regular a las clases y a los ejercicios practicos de reconocimiento de los trabajos subterranos, y de las operaciones de ensayas y beneficios con los Catedráticos, estaran obligados los alumnos a bajar con frecuencia a las minas, para ejercitarse material y personalmente en todos los trabajos de los operarios, por el orden y en los terminos que a aquellos les prescriban de acuerdo con el Gefe de la Escuela y del Establecimiento, quien dara las ordenes conducentes a facilitarles la herramienta y demás que necesiten, y el dependiente subalterno u operario sobresaliente que los dirija y adiestre en las manipulaciones, a fin de que ejecutándolas por sí mismos adquieran un conocimiento radical de su mecanismo, y se pongan en estado de corregir las de otros y de enseñarles a los que no lo sepan".

Art. 175. ..."La enseñanza de la Escuela será franca para todos los que quieran asistir a sus clases; pero para matricularse como verdaderos alumnos de ella, deberán acreditar su instruccion en las Matemáticas, la Física, la Química, la Mineralogía y el Dibujo por examen de los mismos Catedráticos o de la Dirección general".

Art. 176. ..."Los alumnos seguiran las clases de la Escuela el tiempo necesario para imponerse en los ramos de su enseñanza, sufriendo examen para pasar de la primera a la segunda, y lo mismo a la conclusion de esta, si pretendieran certificación de competente instruccion teorica en las materias de ambas, o en una sola".

Art. 177. ..."deberan tener los alumnos calificados en dichos terminos, a lo menos dos años de ejercicio practico en alguno o varios de los establecimientos formales de Minas, con conocimiento de los respectivos Inspectores de distrito, si aspirasen a ser empleados por el Gobierno en los diferentes destinos del ramo".

Art. 178. ..."Los que asi lo deseen, deberán sufrir despues de dicho tiempo nuevo examen de teorica y practica, ...y, a los aprobados se les expedira el correspondiente titulo de PROFESORES DE MINERIA, para que con el puedan solicitar ser nombrados INGENIEROS, o cualquier otro destino"...

Art. 180. ..."Entre los individuos alumnos que no puedan mantenerse..., se elegiran a propuesta de la Dirección por S. M., seis que gozarán de la pensión de doce reales diarios, por el tiempo de su instruccion en la Escuela, y del ejercicio practico que deben seguir..."

Art. 183. ..."Sus solicitudes de nombramiento de Ingenieros las entablaran en la Dirección general... propuetas que acuerde hacer a S. M. ..."

Art. 184. ..."Para la debida formalidad de la enseñanza se dispondra tambien un Laboratorio docimastico con los hornillos, utensillos y enseres necesario, con una pequeña oficina de beneficio proporcionada a los que puedan efectuarse, una coleccion orictognosica y geognogstica, un gabinete de dibujos y modelos de maquinas, hornos y otras disposiciones de trabajos y operaciones en grande relativos al ramo, una biblioteca de obras concernientes a la facultad, y las piezas correspondientes para las clases y ejercicios fuera de ellas de los Alumnos".

El Reglamento General de Instrucción Pública, dispone el establecimiento en Madrid de una Escuela Politécnica con objeto de proporcionar la enseñanza común y preliminar para las diferentes escuelas de aplicación. Las disciplinas cultivadas en ella serían: la geometría descriptiva y todas sus aplicaciones; lecciones de análisis y su aplicación a la geometría descriptiva; mecánica general de sólidos y fluidos; elementos de arquitectura civil y tratado de construcciones; fortificación; minería; geodesia y topografía; física y química aplicadas a las artes de la construcción; dibujo topográfico y de paisaje. Esta formación seguía al ingreso en la escuela, constituido por gramática castellana; lengua latina; matemáticas puras hasta el cálculo integral inclusive; elementos de física, química y mineralogía. Ultimados los estudios en la politécnica, los alumnos pasaban automáticamente a una de las seis escuelas de aplicación: artillería; ingenieros; minas; canales, puertos y caminos; ingenieros geógrafos; construcción naval. Este propósito magnífico por regular la preparación de profesiones con fundamentos comunes, con posibilidad de buena organización y profesorado, no lleo a ser una realidad.

Tenían asignadas las minas de Almadén (R. C. 1735-enero-31) la propiedad en cuatro leguas de contorno de todas sus leñas para enmaderaje de la fortificación en cavidades y otros usos, de las cuales otra aplicación sería nula o muy incierta. En la aplicación de las reales disposiciones (R. D. 1822-junio-29) sobre reducción a propiedad particular de los terrenos de valdío, realengo de propios y arbitrios, piden las Minas de Almadén, queden exceptuados los terrenos asignados a las minas (1822-noviembre-17) y pretenden excitar el celo del Secretario de la Gobernación de la Península, prevenga a los Jefes Políticos respeten las maderas necesarias a los establecimientos mineros. Ordenó S. M. (1822-noviembre-1) fuese trasladada la petición al Jefe Político de Ciudad Real, quien dispuso (1822-noviembre-24) se remitiese el asunto a deliberación de las Cortes Extraordnarias, dado que la carencia de las maderas acarrea el descrédito, y la ruina, pues desde el primer momento tanto Koehler como Storr dieron una importancia fundamental a la enseñanza de la entibación. Informa el Consejo de Estado (Palacio 1822-diciembre-27) no puede haber buen español que dude de la conservación

del envidiable tesoro de las minas de Almadén y por su causa tienen que mantener la posesión de los montes, (a. h. n. Estado).

Desde 1821 carecía Garza de buena salud, consecuencia de sus continuas actividades en medios con vapores mercuriales, no abandonó las continuas visitas a las minas, a pesar de sus convulsiones generales, pasando (1826) a Madrid como segundo Inspector General de Minas, donde falleció (1832-enero-22).

IV-9. DIRECTOR: FAUSTO DE ELHUYAR Y SUVICE (1826-1833)

Designado Elhuyar (R. O. 1825-diciembre-18) Director General del Ramo de Minas, con una asignación anual de 40.000 Reales, no pudo instalarse en la Dirección hasta finales del año siguiente (1826-octubre-1) e iniciar la clásica actividad y valer puestos de manifiesto por su dedicación inmediata a la Academia, además de las múltiples preocupaciones de la Dirección General.

Pide los planos de la Casa Academia (1826-noviembre-14) para organizar la mejor distribución de acuerdo con las enseñanzas y número de alumnos. Continuaba un profesor de los antiguos José de Larrañaga, ex Director de la Academia, designan imeditamente afecto a la Academia al Ingeniero Enrique Bernejo, quien en el curso 1827-1828 profesa el primer curso de matemáticas, a una de las promociones mayores de la Academia de Almadén (1828); inició el curso con más de 60 alumnos y finalizó con 32, con graduados muy destacados, entre ellos el segundo alumno de la Escuela que fue Ministro, José Antonio Ponzoa, quien desempeñó la Cartera de Marina y, además, fue el primer profesor de Economía Política de España. En el curso siguiente explica las matemáticas el Oficial de Fundición José Sierra, ingeniero de la promoción de 1814, con una promoción de 75 matemáticos (1829). Eran tantos los aspirantes, con el prestigio impreso a la Academia por la dirección de Elhuyar, que resultó insuficiente para contener tantos alumnos, no convocándose ingreso en 1830, por ello la promoción siguiente (1831) fue la que contó con mayor número de alumnos de entre todas las promociones de Almadén; fueron 79, entre ellos el promotor de la Comisión del Mapa Geológico, Mariscal de Campo y varias veces ministro, dos veces condecorado con la Orden de San Fernando, Francisco de Luxán. La promoción (1832) con 42 alumnos, también tuvo alumnos destacados como el eminente químico monfortino Antonio Casares. A esta promoción se le ampliaron bastante las matemáticas, en álgebra se dieron sus aplicaciones a la geometría y secciones cónicas y, además, la teoría de los límites, el cálculo diferencial e integral y nociones de mecánica racional. Los alumnos de estas promociones casi en su totalidad, habían pasado previamente por la cátedra de química que tenía en Madrid la Dirección General, por la de Matemá-

ticas de Antonio Veras y Portilla de la Academia de San Fernando, la de Física del Conservatorio de Artes y la de Mineralogía de Donato García en el Museo.

El Director había conseguido (R. O. 1829-noviembre-26), con cargo a los fondos generales de la minería, abonar los gastos de obras e instrumentos de estudio y los de viajes, más una pensión anual de manutención de 400 ducados. Asimismo se dio una orden específica (1829-diciembre-4) disponiendo se instruyesen los alumnos, particularmente, en las faenas y operaciones de minería, bajo la inspección y cuidado de la dirección facultativa.

La Instrucción Provisional (1825-diciembre-18) dispuso que el profesor de Topografía ejecutara junto con los alumnos "en la superficie las operaciones convenientes para imponerles en la nivelación, en la formación de planos de cualesquiera terrenos, y en la demarcación de pertenencias y sitios para las oficinas de beneficio", explicando la Trigonometría y la Geometría práctica.

Se hace cargo Fernando Caravantes (1830), Director del establecimiento de Almadén, de la cátedra de geometría subterránea, quien la explica por las obras de Duhamel y de Moehling, y la de laboreo de minas con el tratado clásico de Delius.

Para explicar el laboreo de minas se había pensionado en Alemania (1828-agosto-8) al Ingeniero Joaquín Ezquerro del Bayo con encargo especial de estudiar las explotaciones de minas, se incluye en la plantilla del Cuerpo (1833-septiembre-21) un profesor para la enseñanza de la geometría subterránea y el laboreo de minas, la cual quedó sin ocupar, designándose (R. O. 1835-mayo-3) en esta plaza al ferrolano Ezquerro, como profesor afecto a la Escuela de Madrid.

Las lecciones públicas de dibujo geométrico y paisaje fueron encomendadas a Vicente Romero (R. O. 1830-octubre-8), y se dispuso (R. O. 1833-agosto-9) que en las horas extraordinarias enseñase, además, dibujo de figura.

La iniciación de las lecciones de contabilidad (1831), fue acompañada de práctica administrativa en el establecimiento minero, como complemento de la instrucción impartida; actuó de profesor Miguel de Guevara, contador de las minas, a quien se le dieron las gracias (1831-julio-29) por su importante colaboración durante el curso.

Las lecciones de matemáticas las profesaron en este año de 1831, el primer curso Enrique Bermejo y, el segundo, José de Larrañaga.

Durante el resto del período de la dirección de Elhuyar no hubo alteración digna de consignarse.

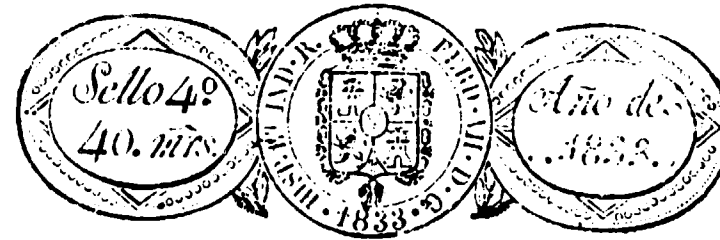
Nacido Elhuyar en Logroño (1757-octubre-11), su enorme fortaleza comienza a declinar y el matrimonio decide hacer testamento (1831-marzo-26), documento firmado en Madrid ante el Escribano de S. M., Manuel de Retis, donde se consignan, como en el acta de matrimonio, muchos antecedentes familiares. Era hijo de Juan de Elhuyar, natural de Asparren, y de Josefa de Lubizar, de San Juan de Luz, ambos de Navarra (se refiere a la época

del nacimiento de sus padres). Su esposa, Juana de Raab, era natural de Trieste (Estados Austríacos), hija de Antonio de Raab, natural de Clagenjuro, en la Carintia, y de María Antonio Froyderegell de Grats en la Stiria, vecinos que fueron de Viena. Sólo tuvieron una hija, Luisa, nacida en México, casada con Felipe Martínez de Aragón; en el momento de testar, el hijo político era Consejero honorario de Guerra y Auditor de la Capitanía General de la Isla de Cuba. El nombre y apellidos de la madre, en la filiación del testamento, son discordantes de los consignados en la partida de matrimonio.

Los achaques continúan, pero D. Fausto hace su vida normal y desempeña sus actividades de Vocal de la Junta de Fomento de la Riqueza del Reino, Consejero Honorario del Supremo de Hacienda y Director General de Minas; cuando todavía ofrecía servicios útiles a su patria, falleció repentinamente, de una apoplejía fulminante, en la casa donde vivía, la única existente en la calle del Florín (1833-enero-6), perteneciente a la feligresía de San Sebastián de la Corte, donde se celebraron funerales de 1.ª clase, enterrándose en un nicho individual en el cementerio extramuros de la Puerta de Toledo.

Con este óbito perdió la Patria un sabio sin orgullo, la religión un verdadero cristiano, la sociedad un individuo útil y sin ambición, y la ciencia un hombre de difícil reemplazo, quien después de tantos años de eminentes servicios a la nación lo único que legó a su familia fue el ejemplo de sus virtudes.

Uno de los talentos más destacados de nuestro País, continuamente desvelado por el bien de España, no fue correspondido por la Administración. Su viuda cumplió los complicados trámites de petición de la viudedad que le correspondía, dado que Elhuyar en todos sus compromisos de trabajo siempre establecía como condición no dejarla desamparada en caso de sobrevivirle, obteniendo promesas en este sentido por R. D. de Carlos III, Carlos IV y Fernando VIII. La Administración le fijó una pensión de 9.000 reales anuales. Ante esta injusticia inicia un recurso a S. M. D.ª Isabel II su viuda Juana (1833-noviembre-16), donde insiste en el cumplimiento de las promesas de diferentes R. disposiciones, principalmente la última (1833-septiembre-28), pues no le habían asignado los 12.000 reales a que tenía derecho; dispone S. M. (1834-febrero-4) que empeñadas las augustas palabras de varios monarcas y "cuyos largos y dilatados servicios han justificado tales ofrecimientos", se le abonen los 12.000 reales de viuda de Consejero de Hacienda. La resolución es comunicada (1834-marzo-6) por el Ministro de Hacienda al Director de la Junta del Montepío del Ministerio, documento donde al margen (1834-marzo-20) escribe "Mateos" un informe todavía en contra, "el reglamento previene que por honores de Consejo no tiene derecho a viudedad si no se disfruta el sueldo completo" "el mismo reglamento previene que la Junta se oponga a toda pensión de gracia; de cuyo concepto se informará a S. M." En la anotación marginal figuran como consejeros Catalán, Marín, Vinuesa. El expediente de viude-



Muy para el Excmo. Sr. D. Fausto de Elhuyar.

D. Simón Álvarez de Marina, Director general de Minas del Reino, Vocal de la Real Junta de Fomento de la Riqueza del Reino, de la de Protección del Museo de Ciencias naturales, Comisario del Real Gabinete de Historia natural, Crea.

Participo que el Sr. D. Fausto de Elhuyar, Consejero Honorario de Hacienda, fué condecorado por S. M. con el título de Marqués de Elhuyar en Real cédula de diez y ocho de Diciembre de mil ochocientos treinta y cinco; y habiendo ocupado una Dirección general en primero de octubre de mil ochocientos treinta y seis la pensión asignada por S. M. en el respecto de trece mil reales anuales, que le fué pagada sin descuento, para el mes de mayo de mil ochocientos treinta y seis en la forma de Real cédula de la Real Junta de Fomento y de Contabilidad de esta Dirección general, á que me remito. Y para que tanto el Sr. D. Fausto de Elhuyar como su viuda D.ª Juana Raab, en Madrid á ocho de Diciembre de mil ochocientos treinta y tres.



Simón Álvarez de Marina

dad termina con este escrito, suponemos no se tendría en consideración este último informe de los defensores del reglamento.

IV-10. DIRECTOR: TIMOTEO ALVAREZ DE VERIÑA Y CADRECHA (1833-1833)

Nacido en Gijón (1779) fue uno de los primeros alumnos (1784) del Real Instituto Asturiano y alumno de la Escuela de Freiberg (1808), designado Director General al fallecimiento de Elhuyar. Esperaban fuese un magnífico Director, pues fue el finalizador del plan de su antecesor en la organización del Real Cuerpo Facultativo de Minas (1833-septiembre-21), donde se establecen dos profesores con categoría de inspectores de Distrito de segunda, uno para profesar geometría subterránea y laboreo y, el otro, mineralurgia.

La pérdida de Elhuyar repercute en la matrícula de la promoción de 1833, integrada sólo por 21 alumnos.

Todavía joven, cuando iniciaba sus actividades en la Escuela, avaladas por su formación y experiencia, falleció (1833) a consecuencia de la epidemia de cólera. Fue uno de los promotores de la R. O. (1826-septiembre-21) de la organización del Real Cuerpo Facultativo de Minas.

IV-11. ESTANILSLAO PEÑAFIEL (1833-1835)

La actuación de Peñafiel fue poco floreciente, por razones no relacionadas con su persona, se había creado un clima de traslado de los estudios superiores de Almadén a Madrid a la Dirección General de Minas, como complemento de las enseñanzas ya existentes de química docimástica. Comienza la propaganda a favor del traslado Lorenzo Gómez con su informe (1834-septiembre-10), Sáinz de Baranda (1834-septiembre-3), concluyendo esta campaña con el traslado a Madrid (R. D. 1835-abril-23).

La última promoción que inició sus estudios en Almadén, fue la de (1835), sólo con cinco alumnos, consecuencia del retraimiento propio de un momento de una transición importante.

Las cátedras quedaron abiertas durante el período de transición entre los dos planes. Continúa Romero enseñando matemáticas y Ramón Pellico la geometría subterránea y minería práctica. También se establece en Almadenejos las enseñanzas de las matemáticas y minería desempeñadas durante dos años por Miguel Fourdinier.

Propuso Gómez Pardo (1835-agosto-21) la creación de la cátedra de química mineral y la análisis, más esta buena idea no llegó a realizarse.

Cesa Peñafiel como Director al trasladarse la Escuela a Madrid y reorganizarse los puestos directivos.

Durante cerca de 70 años de funcionamiento de la Escuela de Almadén, pasaron por ella 279 alumnos, procedentes de España peninsular y ultramarina, así como de diversos países, Rusia, Francia, Irlanda, Turquía... De ella salieron Ministros, Mariscales, Consejeros de Castilla, Profesores de Universidad, Arquitectos, Médicos, Farmacéuticos, Abogados, Ingenieros de Caminos, Magistrados y, como es natural, Ingenieros de Minas con actividades en España, Filipinas y América. Por la naturaleza de los alumnos se sigue la importancia dada a la minería e industrias derivadas en cada región; se inicia con una preponderancia catalana, seguida de los guipuzcoanos, extendiéndose a las diversas regiones de la Península, según proponderaban las últimas actividades mineras más destacadas. Como, por ejemplo, al finalizar la Escuela, coincidente con las actuaciones de Guillermo Schulz en Galicia, hay un notable incremento de alumnos gallegos. La naturaleza se distribuye, en tanto por ciento, en la forma siguiente:

Provincia del Norte	18
Cataluña, Valencia y Murcia	15
Castilla la Nueva y Aragón	46
Andalucía y Extremadura	12
Provincia Ultramar	1
Extranjeros	4

El número tan elevado de Castilla la Nueva y Aragón se debe, principalmente, a los procedentes de Madrid, Almadén y sus alrededores.

MINERIA

RUEDA DE PRENSA CON EL DIRECTOR GENERAL DE MINAS EN SU VISITA A LEON

El director general de Minas D. José Sierra López se expresó en los siguientes términos:

— En lo que se refiere al campo de la minería, y fundamentalmente al de la antracita que es del que más se ha hablado, hemos analizado el fenómeno histórico de la regresión del carbón en los años de la industrialización. Eso, junto con el intervencionismo en los precios de otros productos energéticos ha producido la crisis del carbón. Tras este análisis nos planteamos un futuro. Se tiende a dar una prioridad a los recursos nacionales. Para ello debemos investigar el sector del carbón y la decapitalización que sufre las empresas para conocer la realidad.

Estamos iniciando ahora un plan de investigación del carbón que costará 400 millones de pesetas de ellos 60 para León. Se trata de hacer un plan de forma conjunta entre la Administración y las empresas de León. Pero hay que tener en cuenta que para vender el carbón hay que tener la seguridad de producirlo.

Otro tema tratado es el de la política de precios. Tratamos de ver—sobre un criterio de equiparación con los precios internacionales de las alternativas del fuel-oil o el gasóleo—su precio en el mundo, y en base a ello, cuál debe de ser el precio del carbón en España y por el aprovisionamiento de recursos nacionales, cuál es el coste que debe pagar el país. No se trata de un sobreprecio o de sanear pérdidas, sino de instrumentar qué medios hay que establecer para que su precio sea más competitivo.

Un factor importante en el coste de la minería es el laboral. La minería española no ha sido objeto de atención preferente. De algún modo la minería española ha sido ajena a la evolución de otros países. Ajena en los aspectos tributarios, financieros y laborales.

Hay que procurar que el trabajo en la misma sea atractivo para el minero y que se reduzcan las causas naturales del absentismo. Y esto sólo se puede hacer dando un tratamiento específico al trabajo en la mina, que no se puede tratar igual que cualquier otro tipo de trabajo.

— ¿Qué se va a hacer en este sentido para mejorar las condiciones de trabajo del minero?

— Al minero hay que darle unas condiciones de trabajo dignas, humanas y en este sentido está colaborando el Ministerio de Industria con el Ministerio de Trabajo.

— ¿A qué se destinarán esos 60 millones de pesetas que corresponden a León?

— Para El Bierzo serán 23 millones por un lado y 17 por otro y otros 20 millones para la zona de Ciñera y Villablino.

Se trata de conocer de verdad cuáles son las posibilidades de carbón en León y para ello participa

la Administración adelantando dinero a fondo perdido. Es conocer la realidad objetiva de cómo está la minería. Saber qué es lo que tenemos y ver cómo se reparte el pastel.

La Empresa Nacional Adaro colabora como ejecutora de la planificación de esta investigación.

Paralelamente se está haciendo un análisis sistemático de las condiciones técnicas en que se desenvuelven las minas. Esto es importante por la regresión que ha habido en este sector y porque ahora desconocemos las posibilidades reales de las zonas.

— ¿Qué conclusiones esperan sacarse al respecto?

— Hay que tener en cuenta que en León hay un 23 por 100 de la producción de carbón de España. Un 25 por 100 de hulla y un 50 por 100 de antracita; y que, a pesar de estos porcentajes, es en León donde están más del 50 por 100 de las explotaciones mineras. La dispersión de resultados es muy grande. Hay problemas y surge la pregunta de si cada explotación tiene la dimensión adecuada, de si no se están repitiendo esfuerzos. Hay que ponerse de acuerdo para hacer cosas en común que siempre hará más rentable la explotación.

— ¿La investigación trata también de descubrir nuevos filones de mineral?

— Vamos a ir de lo grande a lo pequeño. Es decir, vamos a estudiar una cuenca y más que dedicarnos a descubrir nuevas cuencas—que ya están todas prácticamente descubiertas—vamos a ver las aplicaciones de esa cuenca, con las zonas más explotadas y tratar de ver si las diversas explotaciones se pueden unir para ser más rentables.

— ¿Se trata de fusionar empresas?

— No. No es fusión de empresas, sino coordinación de planes. En los sondeos de preparación de avance de galerías se puede trabajar en común, por ejemplo.

— ¿Se ha avanzado en llegar a un acuerdo del Ministerio con los empresarios respecto a los precios políticos de los carbones térmicos?

— No es un problema de acuerdo entre empresarios y Ministerio. Las subvenciones cubiertas o descubiertas que han tenido el fuel y otros productos es lo que ha hecho que no haya un precio político del carbón.

— ¿Tiene el carbón, o puede tener, un precio competitivo respecto a otras fuentes de energía?

— Hay que diferenciar precios y costos. En el carbón hay mucha diferencia entre los costos de una empresa y de otra. En León hay disgresiones del 30 y 40 por 100 en los costos que pueden venir dadas por la naturaleza de la mina, el transporte, etcétera.

— ¿Cree usted que el futuro será de la energía atómica?

— Yo no veo ese tema, sino que hay que tratar de huir de la dependencia brutal del petróleo. La único claro es que el petróleo, por la concentración de la oferta y su previsible terminación en el futuro, debe ser sustituido por otras clases de energías y todos tratan de aprovisionarse de energía eléctrica, carbón, etcétera.

— ¿Va a darse a la minería del carbón un tratamiento especial?

— Después de la Ley del Fomento a la Minería, por primera vez la minería tiene un tratamiento fiscal especial. Se considera industria preferente y puede dedicar hasta un 15 por 100 de su producción a investigación, etcétera, libre de impuestos. A la acción concertada de la minería del carbón se le da un tratamiento especial.

Por la dificultad que entraña por la dispersión para conocer la realidad, el Estado está dispuesto a actuar por una parte con unas subvenciones a fondo perdido y, por otra por una subvención convertida en crédito si tiene resultado positivo.

“EL FUTURO DE LA MINERÍA ESPAÑOLA, VINCULADO INELUDIBLEMENTE AL DE LA SIDERURGIA”

“El programa de medidas urgentes de ayuda a la siderurgia permitiría introducir aumentos de precios del mineral de hierro”, dice don José Sierra López, director general de Minas. Se propiciará el desarrollo de plantas de prerreducidos en Huelva y Badajoz.

“El futuro de la minería española está ineludiblemente vinculado al de la siderurgia. En este sentido, el programa de medidas urgentes de ayuda a la siderurgia permitiría introducir aumentos de precios del mineral de hierro”, ha declarado a “Ya” el director general de Minas, don José Sierra López, respecto a la situación de la minería del hierro, calificada en algunos medios de información como “a punto de hundirse”.

Según el señor Sierra, “el Ministerio de Industria y Energía está poniendo en práctica una serie de medidas para asegurar que se mantengan y potencien aquellas minas que por su reserva de mineral, condiciones económicas de explotación y situación, presenten un futuro concordante con el de la siderurgia”.

La opinión del Ministerio es que la crisis minera está íntimamente ligada con la crisis mundial de la siderurgia. Ante esta crisis generalizada del sector, el Departamento ha llevado a cabo medidas de defensa de la minería del hierro, entre las que se cuentan:

- Incremento del consumo del mineral nacional.
- Se ha declarado al mineral de hierro prioritario a los efectos de disfrute de todos los beneficios tributarios previstos en la ley de Fomento a la Minería.
- Otorgar subvenciones al transporte en 1977.
- Se está buscando un futuro específico para la minería del hierro del Suroeste, invirtiéndose en investigaciones, para evaluar sus reservas y propiciando el desarrollo de plantas de “pellets” y prerreducidos (previstas en Huelva y Badajoz).

Según fuentes ministeriales, la crisis siderúrgica, gracias a las medidas apuntadas, no ha repercutido en el volumen de consumo del mineral nacional, que ha pasado de 5,1 millones de toneladas en 1976 a 6,7 millones en el 77.

Para este año se prevé con consumo de minerales nacionales de 7,3 millones de toneladas (62,4 por 100 del consumo total).

Las dificultades de la minería de hierro se han visto lógicamente agravadas en España por circunstancias peculiares: menor ley de nuestros minerales y presencia de impurezas, para cuyo tratamiento no se preparó nuestra siderurgia en el pasado; las dificultades de exportación con que tropiezan ahora estos minerales (cierre de la mina Vivaldi, León; San Guillermo, en Badajoz); la excesiva distancia de algunas minas respecto a los centros de consumo, lo que se traduce en una elevada incidencia del transporte; y la propia estructura de la demanda interna de mineral, que favorece el mantenimiento de precios bajos en el interior, dada la situación de crisis que padece la siderurgia.

Las minas más afectadas por la crisis son, lógicamente, aquellas de dimensión pequeña, con explotaciones de interior, en situación alejada de los centros de consumo, principalmente localizadas en el Suroeste, y en León. Se da el caso paradójico de que es más barato traer el mineral de hierro para las siderurgias del Norte desde Brasil que de algunas minas españolas localizadas en el Sur, debido a la incidencia del transporte en el precio del mineral, incidencia originada fundamentalmente por dificultades orográficas.

AGUAS SUBTERRANEAS

CONFERENCIA DE GOMEZ ANGULO SOBRE “EL AGUA SUBTERRANEA Y EL TRASVASE TAJO - SEGURA”

El diputado y presidente provincial de UCD de Almería, Juan Antonio Gómez Angulo, a su vez director de la empresa nacional ADARO de investigaciones mineras, dio la lección clausural del I Curso Práctico de Aguas Subterráneas, que organizado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas, de Cartagena, se ha venido celebrando en esta ciudad.

Asistieron al acto, que se inició a las siete y media de la tarde, el vicerrector de la Universidad de Murcia, Torresfontes; director general del Instituto Geológico y Minero de España, Adriano García-Loygorri alcalde de Cartagena, Bernardo García-Pagán Hernández; director de la Escuela Universitaria Politécnica y otras personalidades y representaciones.

Realizó la presentación del conferenciante el periodista y presidente del Consejo Superior de Colegios de Facultativos, Peritos e Ingenieros Técnicos de Minas, Manuel Vázquez Prada, quien a lo largo de veinte minutos expuso la personalidad y categoría de Juan Antonio Gómez Angulo.

Seguidamente, Gómez Angulo, inició su conferencia bajo el título genérico de “El agua subterránea y el trasvase

Tajo-Segura”, que dividió en tres partes fundamentales. En primer lugar justificó la desertización que produce en el triángulo integrado por Murcia-Almería-Alicante, fundamentalmente en la franja entre Adra y Cartagena, que ya en la conferencia de Nairobi, se calificó como posible zona desértica a largo plazo, asegurando que los próximos años iban a ser de gran sequía.

En segundo lugar se ocupó del estudio de los recursos hídricos existentes en las tres provincias, llegando a la conclusión de que son escasos y que había dos posibilidades de resolver el problema, por la iniciativa privada y la estatal, que precisamente ha sido la que ha promovido el trasvase.

Por último, se dedicó a hablar acerca del trasvase Tajo-Segura, que es una necesidad y la única posibilidad de despegue de la zona que va a regar, ya que el futuro de estas provincias no estará ni en la industria, ni el turismo, sino en la agricultura y la vía de solución del problema era el citado trasvase.

La documentada exposición con datos estadísticos y prolija en detalles fue seguida con gran interés por el público asistente, que correspondió al conferenciante con sinceros aplausos.

LAS AGUAS SUBTERRANEAS, RIQUEZA MAL EXPLOTADA EN ESPAÑA

“En general, y salvo contadas excepciones, las aguas subterráneas no han sido tenidas en cuenta en la elaboración de los planes hidráulicos en nuestro país.”

Esta es una de las conclusiones del libro “las aguas subterráneas en España, presente y futuro”, elaborado por un equipo de ingenieros de Minas y presentado recientemente en Madrid.

En este trabajo se recogen, entre otros muchos aspectos, el porcentaje de aguas subterráneas aprovechado para abastecimiento urbano en distintos países, entre los cuales ocupa España el número 16, con un 37 por 100, frente a los países situados en los primeros lugares: Austria (99 por 100), (Alemania (92), Luxemburgo (90) e Italia (88,7). Asimismo se presenta el coste medio del agua subterránea para riegos agrícolas con instalaciones de aspersión, oscilando entre las 3,10 y 1,40 pesetas metro cúbico, pudiendo considerarse como coste medio, según los autores el de 2,50 pesetas el metro cúbico, según señala Logos.

Entre las conclusiones y propuestas finales del grupo de expertos figura la de “incrementar drásticamente el ritmo de las inversiones estatales en investigación hidrogeológica, ya que las actuales aparecen netamente desproporcionadas en relación con las inversiones en obras hidráulicas superficiales y en relación con la rentabilidad socio-económica que ofrecen”. Las ventajas fundamentales del agua subterránea son: la excepcional capacidad de almacenamiento del subsuelo, su disponibilidad en grandes extensiones de territorio que permite eliminar costosas obras de transporte, mejor protección frente a la contaminación, menor

costo de primera inversión y mayor aptitud para realizar las inversiones gradualmente, en el curso del tiempo.

Finalmente, en cuanto a la planificación y gestión de los recursos acuíferos subterráneos, los autores del libro aseguran que debe ser “regionalizado por cuencas naturales” con “cesión auténtica de prerrogativas por parte de la Administración Central” y estableciendo un orden de prioridad en el proceso que “debe comenzar con la planificación y terminar con las obras, y no al contrario, como en la práctica ha ocurrido en muchas ocasiones en nuestro país”.

GEOMATEMATICA

CLUB DE USUARIOS DEL COMPUTADOR EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Esta nota va dirigida a todas aquellas personas, instituciones, cátedras o empresas directamente interesadas en el empleo de geomatemática, geoestadística, taxonomía numérica, cartografía automática, ecología cuantitativa, bancos de datos, o en general, en cualquier aplicación numérica del computador en las ciencias de la tierra.

Se está estudiando la creación de una agrupación de personas e instituciones interesadas en estos campos para la resolución de los problemas comunes (comunicación, contacto entre los usuarios, cesión de software, seminarios, etc...). Como primer paso intentamos tomar contacto con el mayor número posible de personas para organizar la reunión posterior y perfilar la forma más idónea de conseguir estos objetivos.

Por favor escribid o llamar por teléfono a cualquiera de las siguientes direcciones:

- CARLOS BOLDO.**
Instituto Geológico y Minero de España.
Ríos Rosas, 23.
MADRID-3. - Teléfono 442 54 56 Ext. 5.
- JOSE L. BRANDLE.**
Departamento de Petrología del Instituto Lucas Mallada.
Facultad de Ciencias Geológicas.
Universidad Complutense.
MADRID-3. - Teléfono 243 50 78.
- IGNACIO MALAGRIDA.**
Departamento de Paleontología,
Universidad Central de Barcelona.
Avenida de José Antonio, 583.
BARCELONA - Teléfono 317 59 74.
- FELIX MIGUEZ.**
Centro de Cálculo de la E. T. S. I. de Minas.
Cristóbal Bordini, 31.
MADRID-3. - Teléfono 442 64 56.

Indicamos nombre, departamento o empresa, áreas de trabajo y de interés y fechas más convenientes.

Todas las personas así como sugerencias o ideas son bienvenidas.

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
27	2441	1-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Madrid.
27	2441	1-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se notifica la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Madrid.
27	2441	1-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la cancelación del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Madrid.
27	2441	1-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Pontevedra.
27	2442	1-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Salamanca.
27	2442	1-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Segovia.
27	2442	1-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la cancelación de la solicitud del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Tarragona.
27	2442	1-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Tarragona.
27	2438	1-II-78	I. y E.	RESOLUCIONES por las que se hacen públicos los permisos de exploración que se citan.
27	2438	1-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración que se citan, de la Delegación Provincial de Teruel.
30	2815	4-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Almería.
30	2815	4-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Córdoba.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
30	2817	4-II-78	I. y E.	RESOLUCIONES por las que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Santander.
41	3912	17-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Cuenca.
42	4009	18-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Santander.
44	4161	21-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Madrid.
45	4256	22-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se autoriza la reconversión de la minería subterránea a cielo abierto en el coto "Wagner", de "Minero Siderúrgica de Ponferrada, S. A."
45	4258	22-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Cuenca.
45	4262	22-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la cancelación de la solicitud del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Tarragona.
46	4446	23-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Ciudad Real.
46	4446	23-II-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Guadalajara.
63	6197	15-III-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Cáceres.
71	6919	24-III-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Santander.
82	7969	6-IV-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Granada.
RESERVAS				
46	4445	23-II-78	I. y E.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en la zona denominada "Hoja 479-2", comprendida en la provincia de Salamanca.
46	4445	23-II-78	I. y E.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en la zona denominada "Salamanca treinta y ocho", comprendida en la provincia de Salamanca.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
56	5441	7-III-78	I. y E.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en la zona denominada "Valencia Uno-Alpuente", comprendida en la provincia de Valencia.
VARIOS				
22	1979	26-I-78	OP y U.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a don Felipe Ferrer del Castillo de un aprovechamiento de aguas subálveas del torrente Sot de C'a Alamar, en término municipal de San Acisclo de Vallalta (Barcelona), con destino a usos domésticos, excepto bebida, y llenado de un estanque-alberca.
22	1979	26-I-78	OP y U.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a don José Matas Pericay y don Rosendo Castelló Girbal de un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera Valloparda, en término municipal de Tordera (Barcelona), con destino al abastecimiento y riego de zonas verdes de una urbanización.
47	4546	24-II-78	OP y U.	RESOLUCION por la que se hace pública la autorización otorgada a don Zacarías Martín León para ejecutar labores de alumbramiento de aguas subterráneas en monte de propios del Ayuntamiento de Guía de Isora (Tenerife).
50	4789	28-II-78	OP y U.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a la "Compañía de Aguas Potables de Palamós, S. A.", de aprovechamiento de aguas públicas subálveas de la riega de Aubí, en término municipal de Palamós (Gerona), con destino a ampliación de agua potable a Palamós.
50	4790	28-II-78	OP y U.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a "Aguas Potables de San Felú de Guixols, S. A.", de un aprovechamiento de aguas públicas subálveas del río Ridaura, en término municipal de Santa Cristina de Aro (Gerona), con destino a abastecimiento complementario de San Felú.
55	5347	6-III-78	OP y U.	RESOLUCION por la que se hace pública la autorización otorgada a la Comunidad de Aguas "El Paso" para continuar labores de alumbramiento de aguas subterráneas en terrenos de monte de propios del Ayuntamiento de Arafo (Santa Cruz de Tenerife).
55	5348	6-III-78	OP y U.	RESOLUCION por la que se hace pública la autorización otorgada a don Zacarías Martín León para ejecutar labores de alumbramiento de aguas subterráneas, mediante una galería denominada "Cueva de los Verdes", en monte de propios del Ayuntamiento de Guía de Isora (Tenerife).
62	6069	14-III-78	OP y U.	ORDEN por la que se aplica a las autorizaciones para alumbrar aguas subterráneas en terrenos pertenecientes a las Corporaciones Locales de las islas Canarias la Ley de 24 de diciembre de 1962 y su Reglamento de 14 de enero de 1965.
76	7367	30-III-78	OP y U.	RESOLUCION por la que se concede a don Federico Bastida Auxala un aprovechamiento de aguas públicas subálveas de la riera de Calonge, en término municipal de Calonge (Gerona), con destino al abastecimiento de varias urbanizaciones.

Notas bibliográficas

MINERIA

C. TROLY: *Nouvelles perspectives internationales pour les entreprises minières*. Annales des Mines, diciembre 1977, págs. 39 a 44.

La evolución política del mundo no permite, en gran número de países, el trabajo a las sociedades mineras como lo hacían antaño, prospectando y explotando directamente los yacimientos que habían tenido la habilidad y la suerte de descubrir. Cuando ésto les es legalmente posible, son a menudo reticentes, debido al riesgo de grandes modificaciones en las condiciones jurídicas y financieras en las que trabajan.

Deben trazarse nuevos esquemas: la cooperación tomada en un sentido amplio, a guisa de contrato de servicio, es satisfactoria para esta finalidad, pues debe preservar el interés de las dos partes: el país huésped, que carece a menudo de capitales, tecnología y medios humanos; la sociedad minera, que desea dar valor a su saber hacer y que puede así contribuir al aprovisionamiento de mineral de su país de origen.—L.

J. BOULADON: *L'inventaire des ressources minerales non energetiques de la France*. Annales des Mines, diciembre 1977, núm. 12, págs. 23 a 30.

El inventario de los recursos minerales de Francia, decidido por el Gobierno en enero de 1975, con un crédito global de 125 MF a lo largo de cinco años (1975-1980), tiene como fin establecer una evaluación tan precisa como sea posible de los recursos minerales no energéticos del territorio metropolitano y descubrir eventualmente nuevas concentraciones minerales. El autor describe los resultados ya obtenidos, que prueban el interés de esta operación confiada al BRGM.—L.

J. P. HUGON: *La recherche minière française*. Annales des Mines, diciembre 1977, núm. 12, págs. 17 a 22.

El autor recuerda que las empresas francesas han invertido 469 MF en 1976 en investigación minera (sin considerar hidrocarburos y carbón), de ellos más del 40 por 100 en el extranjero. Da la distribución por sustancias y por tipos de empresas (públicas o privadas) a partir de 1971.

Evoca la intervención creciente de los gobiernos, tanto de los países productores como los de los consumidores,

en el sector minero y los problemas resultantes para la actividad de los operadores.

Expone brevemente las principales intervenciones del Gobierno francés: inventario del territorio nacional; incitaciones específicas para el cobre y el uranio; garantía de las inversiones en el extranjero.—L.

AGUAS SUBTERRANEAS

Anónimo: *Las aguas subterráneas en España, presente y futuro*. Asociación Nacional de Ingenieros de Minas. Madrid, 1978, 236 páginas.

Comienza el libro con una presentación para entrar en el problema, donde trata de la situación actual y de la futura. En la primera considera los aspectos: Acción estatal y órganos de gestión de la administración, acciones de la iniciativa privada, recursos hídricos, reservas hídricas, demanda de agua, balance de recursos y demandas, calidad de las aguas subterráneas, importancia económica de las aguas subterráneas, la planificación hasta el presente, legislación actual en aguas subterráneas y la enseñanza de la hidrogeología. En la segunda se refiere a recursos hídricos futuros, utilización futura del agua, balance hídrico futuro, la calidad de cara al futuro, la enseñanza y la investigación en el futuro, nueva legislación del agua.

La segunda parte dedicada a la solución, también está dividida en dos aspectos, la referente a los criterios generales para la correcta explotación de los recursos hídricos, donde va considerando los conceptos siguientes: antecedentes de la explotación de recursos hídricos, la planificación hídrica, los acuíferos en la utilización óptima de los recursos, las aguas subterráneas ante la sequía, protección y lucha contra la contaminación de los acuíferos. El aspecto segundo lo dedica a los principios para una política futura de aguas en España, reflexiona sobre las acciones técnicas, administrativas, económicas, docentes, investigadoras y legales.

Finaliza la obra, con un capítulo dedicado a las conclusiones, donde establece dieciocho, entre las que se destaca: uno a gestión óptima de los recursos hídricos no puede concebirse más que integrando las aguas superficiales y las profundas; mejora del nivel de conocimientos hidrogeológicos en España; tanto los estudios, planificación y ejecución deben realizarse por equipos compuestos por expertos de las diversas especialidades; planificación y gestión de los recursos hídricos por cuencas naturales y necesidad de adecuación de la legislación.—L. DE A.

HIDROCARBUROS

M. ROCHE: *Méthodes de calcul pour la conception des systèmes de protection cathodique des structures longilignes*. Revista del Instituto Francés del Petróleo, volumen XXXII, núm. 1, enero-febrero 1977, pp. 43-58.

Las diferentes estructuras longilíneas que utiliza la industria de los hidrocarburos están, en la mayor parte de los casos, sometidas a un sistema de protección catódica por ánodos de sacrificio o por una corriente impuesta. La concepción de estos sistemas debe basarse en el estudio de la variación del potencial y de la intensidad producida por la caída ohmica, a lo largo de la estructura.

El método clásico de cálculo resuelve corrientemente el caso de las estructuras longilíneas con diámetro constante atravesando un terreno cuya resistividad está considerada constante en toda su longitud. En el caso donde la constitución de la estructura varía, como en el de los "casings" de pozos de perforación, o cuando ésta atraviesa varios tipos de terreno, el problema se complica. Propone un método general que permite tratar rápidamente todo problema de este tipo; el número de tramos no está limitado. Este método recurre a nociones de factor de reflexión y de resistencia equivalente ya expuestas en la literatura pero cuyo uso no parece estar difundido.—L.

J. ESPITALÉ, J. L. LAPORTE, M. MADEC y F. MARQUIS; P. LEPLAT, J. PAULET y A. BOUTEFEU: *Méthode rapide de caractérisation des roches mères de leur potentiel pétrolier et de leur degré d'évolution*. "Revista del Instituto Francés del Petróleo", vol. XXXII, n. 1, enero-febrero 1977, pp. 23 a 42.

Los estudios fundamentales realizados sobre los kerógenos con ayuda de diversos métodos físico-químicos de análisis han permitido poner a punto un método y un equipo adaptados a la exploración del petróleo.

Exponen la puesta a punto del método y muestran con la ayuda de los parámetros sus aplicaciones en el dominio de la exploración del petróleo:

- reconocimiento de los diferentes tipos de roca madre y de su potencia petrolífera;
- caracterización de su grado de evolución (zona de aceite-zona de gas).

Muestran también que este método conviene particularmente para la estimación del rendimiento en aceite de las rocas bituminosas y el estudio de la calidad y del rango de los carbones.—L. DE A.

ENERGIA

PIERRE DENIS y LOUIS CGILLY: *Etude d'un capteur plan d'énergie solaire en l'absence de convection interne*. Rapport CEA-R-4821, Saclay, 1977.

En este estudio teórico consideran sistemáticamente el funcionamiento de captadores solares planos con uno y dos vidrios, en ausencia de convección interna y de tratamiento de la superficie.—L.

INVESTIGACION DE RECURSOS

N. D. E. CUSTANCE y P. P. O. SERIE M. O'HAGAN: *Earth resource surveys and their interpretation-an introduction*. Sys. Technology, junio 1977, núm. 26, págs. 9 a 14.

Es una introducción de los estudios de los recursos terrenos y la interpretación de los mismos. Describe algunos de los métodos empleados para recopilar los datos básicos y trata de la necesidad del procesamiento con ayuda de computadoras y la interpretación de las imágenes derivadas de los estudios aéreos y por medio de satélites del globo terráqueo.—L.

TELEDETECCION

H. BLACKBURN: *Infra-red imaging systems*. Sys. Technology, junio 1977, núm. 26, págs. 15 a 21.

Los sistemas de imágenes infrarrojos detectan patrones termale mediante la observación de la radiación termal emitida. Estos patrones son procesados electrónicamente para producir un duplicado visible del patrón infrarrojo. Los sistemas modernos infrarrojos se dividen en dos categorías: los sistemas pasivos, dependientes de la irradiación de cuerpo negro desde el blanco y los sistemas activos con utilización de la radiación laser del blanco. El artículo se ocupa de un sistema infrarrojo cuya operación se basa la irradiación de cuerpo negro.—L.

Colección Temas Geológico - Mineros

Aparece una nueva colección del Instituto Geológico y Minero de España: TEMAS GEOLOGICO - MINEROS. Su moderna presentación y manejable formato, de 21×14 centímetros, así como la dedicación de su contenido: Congresos, Simposios, Reuniones Científicas, Cursos Monográficos, etcétera, harán, sin duda, que muy pronto esta colección sea una de las más importantes publicaciones del IGME.

Nada mejor y más oportuno para su iniciación que el tema elegido: el primer Curso ROSO DE LUNA dedicado a la investigación y economía de los recursos geológico - mineros, que ha organizado la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción y que se impartió meses pasados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Gómez Pardo y que patrocinaron el Instituto Geológico y Minero de España dentro de la citada Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, el Centro de la Energía de la Dirección General de la Energía, Enadimsa (INI), todos dentro del Ministerio de Industria y Energía, así como las Universidades

Politécnica y Complutense de Madrid del Ministerio de Educación y Ciencias.

En esta primera publicación —Tema I— se recogen en ocho tomos las conferencias impartidas en dicho curso a lo largo de sus siete áreas, más un tomo de introducción dedicado a las conferencias inaugural y de clausura, incluyéndose también los resúmenes de las conferencias publicadas en las distintas áreas.

Los títulos de los ocho volúmenes son:

Introducción,
Area I. Política y economía de las materias minerales.

Area II. Estudio Metalogénico de Depósitos. Minerales y Técnicas Especiales.

Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros .

Area IV. Desarrollo Minero y Minerológico.

Area V. Aspectos legales.

Area VI. Minería y medio ambiente.

Area VII. Innovaciones Científicas y Tecnológicas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid (1)

Colección Temas Geológico - Mineros



Aparece una nueva colección del Instituto Geológico y Minero de España: TEMAS GEOLOGICO - MINEROS. Su moderna presentación y manejable formato, de 21×14 centímetros, así como la dedicación de su contenido: Congresos, Simposios, Reuniones Científicas, Cursos Monográficos, etcétera, harán, sin duda, que muy pronto esta colección sea una de las más importantes publicaciones del IGME.

Nada mejor y más oportuno para su iniciación que el tema elegido: el primer Curso ROSO DE LUNA dedicado a la investigación y economía de los recursos geológico - mineros, que ha organizado la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción y que se impartió meses pasados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Gómez Pardo y que patrocinaron el Instituto Geológico y Minero de España dentro de la citada Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, el Centro de la Energía de la Dirección General de la Energía, Enadimsa (INI), todos dentro del Ministerio de Industria y Energía, así como las Universidades

Politécnica y Complutense de Madrid del Ministerio de Educación y Ciencias.

En esta primera publicación —Tema I— se recogen en ocho tomos las conferencias impartidas en dicho curso a lo largo de sus siete áreas, más un tomo de introducción dedicado a las conferencias inaugural y de clausura, incluyéndose también los resúmenes de las conferencias publicadas en las distintas áreas.

Los títulos de los ocho volúmenes son:

Introducción,

Area I. Política y economía de las materias minerales.

Area II. Estudio Metalogénico de Depósitos. Minerales y Técnicas Especiales.

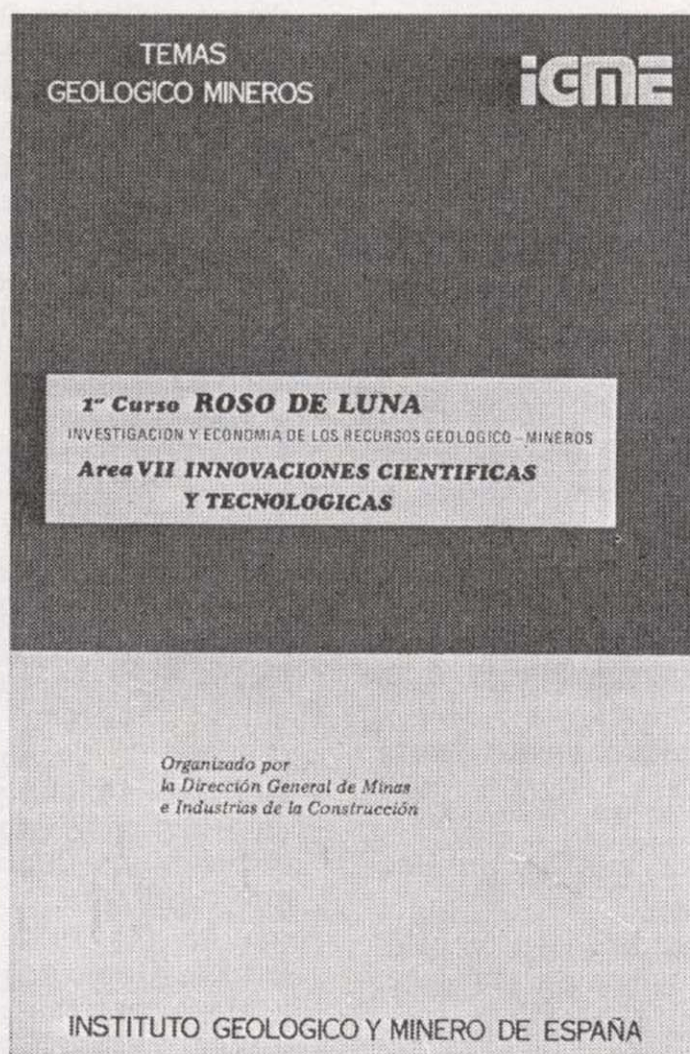
Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros .

Area IV. Desarrollo Minero y Mineralúrgico.

Area V. Aspectos legales.

Area VI. Minería y medio ambiente.

Area VII. Innovaciones Científicas y Tecnológicas.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid (1)

COLECCION - MEMORIAS

Bajo el nombre de Memorias del Instituto Geológico y Minero de España se viene publicando esta colección desde el año 1854. Son series monográficas sobre temas geológico-mineros. En existencia las siguientes:

Precio ejemplar ordinario, 300 ptas.; extraordinario (*), 500 ptas.

- Tomo 26 - 1913. **Varios**. Criaderos de hierro de España. Volumen I. Murcia.
- Tomo 28 - 1911. **D. de Orueta**. Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda.
- Tomo 36 - 1929. **F. Azpeitia Moros**. Monografía de las melanopsis vivientes y fósiles de España.
- Tomo 38 - 1933. **F. Azpeitia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen I.
- Tomo 39 - 1933. **F. Azpeitia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen II.
- Tomo 40 - 1933. **J. García Sñériz**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen I.
- Tomo 41 - 1935. **Varios**. Explicación del nuevo Mapa geológico de España, escala 1:1.000.000 Volumen I. Sistema Cambriano.
- Tomo 42 - 1944. **P. Fallot y A. Marín**. La Cordillera del Rif. Volumen I, II y Atlas.
- Tomo 48 - 1944. **J. García Sñériz**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen III.
- Tomo 56 - 1955. **IGME**. Las nuevas ediciones del Mapa geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955).
- Tomo 60 - 1959. **P. Comte**. Recherches sur les terrains anciens de la Cordillere Cantabrique.
- Tomo 61 - 1960. **J. Oliveros y B. Escandell**, con la colaboración de **G. Colom**. Temas geológicos de Mallorca.
- Tomo 62 - 1961. **Febrei Molinero**. Introducción al estudio de la Petrología estructural.
- Tomo 64 - 1963. **J. M.ª Ríos García**. Materiales salinos del suelo español.
- Tomo 65 - 1964. **L. Saavedra García**. Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona Pirenaica española.
- Tomo 66 - 1965. **R. H. Wagner**. Paleobotanical Dating of Upper Carboniferous Folding Phases in NW. Spain.
- Tomo 67 - 1966. **J. Donat Zopo**. Catálogo Espeleológico de la Provincia de Valencia.
- Tomo 69 - 1968. **P. Chauve**. Etude Géologique du Nord de la Province de Gadix.
- Tomo 70 - 1969. **M. Waterlot**. Contribution a l'étude Géologique du Carbonifère Ante-Stephanien des Pyrenées. Centrales Espagnoles.
- Tomo 71 - 1969. **F. Rambaud Pérez**. El Sinclinal Carbonífero de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas.
- Tomo 72 - 1970. **J. A. Vera**. Estudio geológico de la Zona Subbética en la Transversal de Loja y sectores adyacentes.
- Tomo 73 - 1970. **E. Bouix**. Contribution a l'étude des Formations Ante-Ordoviciennes de la Meseta Meridionale (Ciudad Real et Badajoz).
- Tomo 74 - 1970. **R. Hernando de Luna**. Biografía Geológico-minera de la Provincia de Córdoba.
- Tomo 75 - 1970. **F. Lozte**. El Cámbrico de España.
- Tomo 76 - 1970. **J. Pérez Regodón**. Guía Geológico-Minero de la Provincia de Madrid.
- Tomo 77 - 1970. **K. Strauss**. Sobre la geología de la provincia piritífera del suroeste de la Península Ibérica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de pirita de Lousal (Portugal).
- Tomo 78 (*) - 1971. **J. Ramírez del Pozo**. Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica).
- Tomo 79 (*) - 1971. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la provincia de Guipúzcoa (cuadros y mapas, escala 1:50.000).
- Tomo 80 - 1971. **L. Vilas Minondo**. El Paleozoico Inferior y Medio de la cordillera cantábrica entre los ríos Porma y Bernesga (León).
- Tomo 81 (*) - 1972. **C. Alvarez Fernández, J. E. Coma Guillén, C. Lucena Bonny, J. Porras Martín, M. A. San José Lancha y N. Quang Trac**. Mapa Hidrogeológico Nacional, Explicación y Mapas de Lluvia útil. Reconocimiento hidrogeológico y Síntesis de los sistemas acuíferos.
- Tomo 83 (*) - 1972. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la Provincia de Álava (Cuadros y Mapa, escala 1:50.000).
- Tomo 84 (*) - 1972. **F. J. Martínez Gil**. Estudio Hidrogeológico del Bajo Ampurdán (Gerona).
- Tomo 85 (*) - 1974. **M. Colchen**. Geología de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño).
- Tomo 86 - 1975. **L. López Ruiz, A. Aparicio y L. García Cacho**. El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama. Sistema Central Español.
- Tomo 87 - 1975. **M. A. Caballero y J. L. Martín Vivoldi**. Estudio Mineralógico y Genético de la fracción fina del Trías Español.
- Tomo 88 - 1975. **A. Aparicio, J. L. Barrera, J. M.ª Caraballo, M. Peinado y J. M.ª Tinad**. Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español.
- Tomo 89 - 1976. **F. Vázquez Guzmán y F. Fernández Pompa**. Contribución al conocimiento Geológico del Suroeste de España.
- Tomo 90 - 1977. **R. Lunar Hernández**. Mineralogénesis de los yacimientos de hierro del Noroeste de la Península.
- Tomo 91 - 1977. **C. F. López Vera**. Hidrogeología regional de la cuenca del Río Jarama en los alrededores de Madrid.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid-1. Telf. 276 20 01

COLECCION-INFORMES

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

Precio de cada ejemplar, 300 ptas.

VOLUMENES PUBLICADOS

- Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería).
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Nijar. Tomo I.
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Nijar. Tomo II.
- Coste del Agua Subterránea.
- Estimación de las reservas minerales en Vizcaya.
- Estimación del potencial minero de la Zona de Arcucelos (Orense).
- Reserva «Zona de Huelva»:
 - 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
 - 2 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán.
 - 3 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en las áreas de Ceballos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
 - 4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
 - 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
 - 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
 - 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
 - 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
 - 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
 - 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
 - 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
 - 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
 - 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.
- Prospección a la Batea de minerales aluvionares en la provincia de Cáceres. Área del Valle del Tiétar y Moraleja.
- Fase Previa del proyecto de investigación minera de la Cordillera Ibérica.
- Investigación de Plomo-Cinc en la reserva de la LOMA CHARRA (Soria).
- Investigación de Minerales de Plomo en el Área de Mazarambroz (Toledo). Fase Previa.
- Estudio Previo para la investigación de Bauxita en el Subsector I., Cataluña, Área 3. La LLACUNA (Barcelona y Tarragona).
- Investigación de Minerales de Bauxita, Fuentespalda (Teruel-Tarragona). Fase Previa.
- Investigación minera en el área Argentera-Mola (Tarragona).
- Investigación Minera Submarina en el Subsector «HUELVA I». Golfo de Cádiz.
- Estimación de posibilidades minerales en el Subsector II, Suroeste, Área I. MAZAGON (Huelva). Fase Previa.
- Exploración de Minerales Magnéticos en Sierra Blanca (Málaga).
- Investigación minera en el área Vimbodi-Selva (Tarragona).
- Investigación de lignitos en Meirama (La Coruña).
- Investigación minera en Hueldeleña (Guadalajara).
- Investigación minera en la zona Silleda-Beariz (Galicia).
- Investigación minera preliminar en la plataforma continental submarina (Málaga-Gibraltar).
- Proyecto: Investigación de estaño-wolframio en la Zona Monterrey-Maceda (Orense).
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Fase previa para la investigación de níquel. Serranía de Ronda, Carratraca (Málaga).
- Monografía de Sustancias Minerales. Antimonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Barita.
- Monografía de Sustancias Minerales. Circonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Espato flúor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Esquistos bituminosos.
- Monografía de Sustancias Minerales. Estaño.
- Monografía de Sustancias Minerales. Litio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Manganeso.
- Monografía de Sustancias Minerales. Niobio y Tántalo.
- Monografía de Sustancias Minerales. Níquel.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sal Gema.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sales Potásicas.
- Monografía de Sustancias Minerales. Titanio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Wolframio.
- Monografía de Rocas Industriales. Asbestos, Talco y Pirofillita.
- Monografía de Rocas Industriales. Arenas y Gravas.
- Monografía de Rocas Industriales. Bauxita y Laterita.
- Monografía de Rocas Industriales. Dunita y Olivino.
- Monografía de Rocas Industriales. Pizarras.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Calcáreas Sedimentarias.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Silicoaluminosas.
- Monografía de Rocas Industriales. Vidrios Volcánicos.

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MEMORIA - RESUMEN

Precio del ejemplar: 300 ptas.

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, como organismo dedicado a la investigación, consciente de su responsabilidad y de su dilatada experiencia en el campo de las aguas subterráneas, inició en el año 1970, con carácter urgente, la investigación hidrogeológica del país, bajo el «PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS», encuadrado dentro del «PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA».

Dada la complejidad de los trabajos a realizar y ante la IMPOSIBILIDAD de atender simultáneamente a todo el Territorio Nacional la PLANIFICACION de la investigación basada en los criterios de:

- Terminar las investigaciones en curso.
- Cuantificar los recursos subterráneos de cada región.
- Conocer los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las grandes áreas con problemas más urgentes eligiéndose entre ellas la provincia de ALMERIA, como una de las regiones de España más deficitaria de agua.

En el período 1971-1975 se han realizado simultáneamente los siguientes proyectos de investigación.

- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL JUCAR.
- Cuenca ALTA del JUCAR Y SEGURA.
- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL SEGURA.
- Cuenca ALTA Y MEDIA DEL GUADIANA.
- Cuenca SUR-ZONA OCCIDENTAL (Málaga).
- Cuenca SUR-ZONA ORIENTAL (Almería).
- Baleares,

y se terminaron los estudios de la Cuenca del Guadalquivir, iniciándose los estudios de la Cuenca del Duero. Por lo tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente Memoria es un resumen de la inves-

tigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título «ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR-ALMERIA».

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

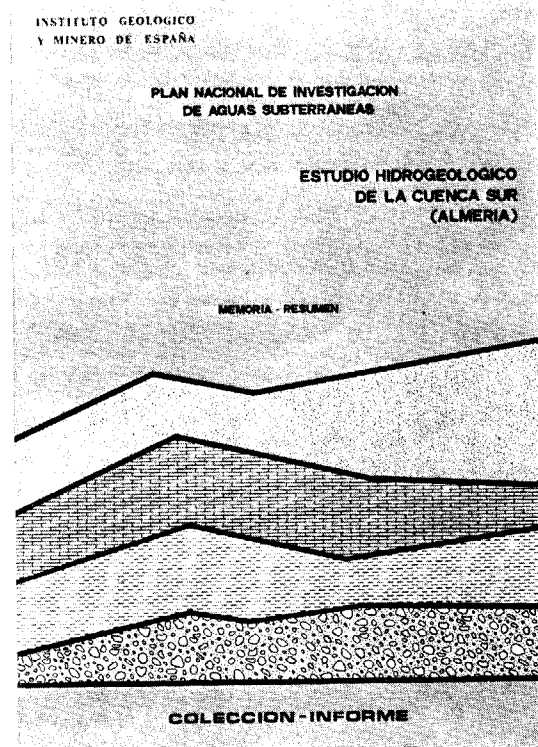
Además de este Informe la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campañas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general y particularmente de

las Entidades o Corporaciones locales de la Provincia de Almería.

Dicho INFORME consta de 11 volúmenes, cuyos títulos son:

MEMORIA - RESUMEN.

- INFORME I Marco geográfico y económico.
- INFORME II Climatología e hidrología.
- INFORME III Demanda.
- INFORME IV Planes hidráulicos.
- INFORME V Campo de Dalías.
- INFORME VI Cuenca del Andarax.
- INFORME VII Cuencas del Almanzora y Antas.
- INFORME VIII Cuenca del Aguas.
- INFORME IX Cuenca del Adra.
- INFORME X Campo de Níjar.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000

1.ª Serie (a extinguir)

Consta de Hoja y Memoria descriptiva. La edición completa se compone de 1.130 hojas, a extinguir. Esta 1.ª Serie tiene su continuación en la 2.ª Serie, Proyecto MAGNA. En existencia las siguientes:

Precio del ejemplar: 300 ptas.

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|---|
| 31. Bibadesella. | 564. Fuertescusa. | 844. Ontur. |
| 54. Río seco. | 573. Gata. | 845. Yecla. |
| 67. Mugia. | 587. Las Majadas. | 846. Castalla. |
| 77. Plaza Teverga. | 588. Zafrilla. | 848. Altea. |
| 79. Puebla de Lillo | 591. Mora de Rubielos. | 853. Burguillos del Cerro. |
| 84. Espinosa de los Monteros. | 605. Aranjuez. | 854. Zafrá. |
| 128. Riello. | 610. Cuenca. | 857. Valsequillo. |
| 129. La Robla. | 611. Cañete. | 858. El Viso. |
| 133. Prádanos de Ojeda. | 628. Torrijos. | 859. Pozoblanco. |
| 160. Benavides. | 643. La Calobra. | 864. Venta de los Santos. |
| 162. Gradefes. | 644. Pollensa. | 865. Siles. |
| 163. Villamizar. | 645. Formentor. | 869. Jumilla. |
| 168. Brivlesca. | 650. Cañaverál. | 876. Fuente de Cantos. |
| 205. Lodosa. | 653. Valdeverdeja. | 877. Llerena. |
| 206. Peralta. | 670. Sóller. | 885. Santisteban del Puerto. |
| 208. Uncastillo. | 671. Inca. | 886. Beas de Segura. |
| 210. Yebra de Basa. | 672. Artá. | 899. Guadalcanal. |
| 211. Boltaña. | 678. Casar de Cáceres. | 917. Aracena. |
| 217. Puigcerdá. | 688. Quintanar de la Orden. | 918. Santa Olalla del Cala. |
| 241. Anguiano. | 695. Liria. | 937. El Cerro de Andévalo. |
| 252. Tremp. | 698. Palma de Mallorca. | 938. Nerva. |
| 260. Oya. | 699. Porreras. | 946. Martos. |
| 275. Santa M.ª del Campo. | 700. Manacor. | 959. Calañas. |
| 284. Ejea de los Caballeros. | 702. San Vicente de Alcántara. | 960. Valverde del Camino. |
| 289. Benabarre. | 703. Arroyo de la Luz. | 967. Baena. |
| 297. Estartit. | 705. Trujillo. | 985. Carmona. |
| 298. La Guardia. | 723. Cala Figuera. | 991. Iznalloz. |
| 313. Antigüedad. | 724. Lluchmayo. | 1.008. Montefrío. |
| 322. Remolinos. | 725. Felanix. | 1.009. Granada. |
| 323. Zuera. | 727. Alburquerque. | 1.025. Loja. |
| 324. Grañén. | 731. Zorita. | 1.046. Carboneras. |
| 325. Peralta de Alcofea. | 738. Villarta de San Juan. | 1.059. El Cabo de Gata. |
| 327. Os de Balaguer. | 741. Minaya. | 1.060. El Pozo de los Frailes. |
| 346. Aranda de Duero. | 743. Madrigueras. | 1.061. Cádiz. |
| 347. Peñaranda de Duero. | 744. Casas Ibáñez. | 1.072. Estepona. |
| 354. Alagón. | 745. Jalance. | 1.079/80. Alegranza. |
| 355. Leciñena. | 746. Llombay. | 1.081. Montaña Clara. |
| 356. Lenaja. | 750. Gallina. | 1.082. Graciosa. |
| 369. Coreses. | 751. Villar del Rey. | 1.083. Teguiše. |
| 374. Peñafiel. | 754. Madrigalejo. | 1.084. Hara. |
| 421. Barcelona. | 762. Tomelloso. | 1.087. Punta Pechiguera. |
| 427. Medina del Campo. | 764. Munera. | 1.088. Arrecife. |
| 434. Barahona. | 765. La Gineta. | 1.089. El Charco. |
| 435. Arcos de Jalón. | 767. Carcelen. | 1.092. Cotillo. |
| 462. Maranchón. | 770. Alcira. | 1.093. Lobos. |
| 486. Jadraque. | 772. San Miguel. | 1.096. Tegueste. |
| 488. Abianque. | 773. San Juan Bautista. | 1.097. Punta de Anaga. |
| 500. Villar del Ciervo. | 776. Montijo. | 1.098. La Oliva. |
| 501. La Fuente de San Esteban. | 779. Villanueva de la Serena. | 1.099. Puerto de Lajas. |
| 502. Matilla de los Caños del Río. | 789. Lezuza. | 1.102. Punta de Teno. |
| 503. Las Veguillas. | 795. Játiva. | 1.103. Icod de los Vinos. |
| 525. Ciudad Rodrigo. | 798. Ibiza. | 1.104/05. Sta. Cruz de Tenerife y San Andrés. |
| 526. Serradilla del Arroyo. | 799. Santa Eulalia. | 1.106/07. Puerto de las Cabras. |
| 527. Sequeros. | 805. Castuera. | 1.109. Los Carrizales. |
| 532. Las Navas del Marqués. | 812. Valdepeñas. | 1.110. Guía de Isora. |
| 536. Guadalajara. | 815. Robledo. | 1.111. Güimar. |
| 537. Auñón. | 818. Montealegre. | 1.114. La Pared. |
| 539. Paralejos de las Truchas. | 819. Caudete. | 1.115. Tuineje. |
| 541. Santa Eulalia. | 822. Benisa. | 1.118/24. Granadilla de Abona y las Galletas. |
| 542. Alfambra. | 824/849. San Francisco Javier. | 1.119. Lomo de Arico. |
| 550. Fuente Guinaldo. | 825/850. Nuestra Señora del Pilar. | 1.122. Jandia. |
| 560. Alcalá de Henares. | 838. Santa Cruz de Mudela. | |
| 561. Pastrana. | 840. Bienservida. | |

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000

2.ª Serie (proyecto MAGNA)

En existencia las siguientes:

Precio de cada ejemplar: 400 ptas.

1. Cariño	331. Pulgrelg.	828. Barcarrota.
2. Cillero.	336. Portela d'Home.	831. Zalamea de la Serena.
3. San Ciprián.	351. Olvega.	842. Lietor.
6. San Salvador de Serantes.	362. Calaf.	851. Rabito.
7. Cedeira.	363. Manresa.	852. Villanueva del Fresno.
8. Vivero.	364. La Garriga.	853. Burguillos del Cerro.
9. Foz.	391. Igualada.	856. Maguilla.
12. Busto.	392. Sabadell.	872. Alicante.
13. Avilés.	393. Mataró.	884. La Carolina.
14. Gijón.	417. Espluga de Francolí.	885. Santisteban del Puerto.
15. Lastres.	418. Montblanch.	890. Calasparra.
21. La Coruña.	419. Villafranca del Panadés.	891. Cieza.
22. Puente deume.	420. Hospitalet de Llobregat.	893. Elche.
23. Puentes de García Rodríguez.	446. Valls.	894. Cabo de Santa Pola.
24. Mondoñedo.	447. Villanueva y Geltrú.	902. Adamuz.
27. Tineo.	448. Prat de Llobregat.	903. Montoro.
28. Grado.	473. Tarragona.	906. Ubeda.
29. Oviedo.	492. Segura de los Baños.	907. Villacarrillo.
30. Villaviciosa.	493. Oliete.	908. Santiago de la Espada.
33. Comillas.	494. Calanda.	910. Caravaca.
34. Torrelavega.	495. Castellseras.	911. Cehégín.
35. Santander.	510. Marchamalo.	912. Mula.
36. Castro Urdiales.	545. Morella.	913. Orihuela.
37. Algorta.	546. Uldecona.	919. Almadén de la Plata.
38. Bermeo.	547. Alcanar.	920. Constantina.
39. Lequeitio.	570. Albocácer.	921. Navas de la Concepción.
40. Jaizquibel.	571. Vinaroz.	922. Santa María de Trassierra.
41. Irún.	571 bis. Con la 571.	923. Córdoba.
47. Villalba.	582. Getafe.	924. Bujalance.
51. Belmonte de Miranda.	583. Arganda.	931. Zarcilla de Ramos.
52. Proaza.	584. Mondéjar.	932. Coy.
53. Mieres.	593. Cuevas de Vinromá.	933. Alcantarilla.
59. Villacarniedo.	594. Alcalá de Chisvert.	934. Murcia.
60. Valmaseda.	606. Chinchón.	935. Torrevieja.
61. Bilbao.	607. Tarancón.	939. Castillo de los Guardas.
62. Durango.	614. Manzanera.	940. Castilblanco de los Arroyos.
63. Elbar.	615. Alcora.	941. Ventas Oquemadas.
64. San Sebastián.	616. Villafamés.	942. Palma del Río.
65. Vera de Bidasoa.	617. Faro de Oropesa.	943. Posadas.
66. Maya del Baztán.	631. Ocaña.	944. Espejo.
72. Lugo.	632. Horcajo de Santiago.	952. Vélez Blanco.
78. Pola de Lena.	635. Fuentes.	953. Lorca.
84. Espinosa de los Monteros.	636. Villar del Humo.	954. Totana.
88. Vergara.	637. Landete.	955. Fuente Alamo de Murcia.
90. Sumbilla.	638. Alpuente.	956. San Javier.
91. Valcarlos.	639. Jérica.	962. Alcalá del Río.
91 bis. Mendizar.	640. Segorbe.	963. Lora del Río.
95. El Pino.	641. Castellón de la Plana.	964. La Campana.
97. Guntín.	642. Islas Columbretas. Con la 641.	965. Ecija.
98. Baralla.	659. Lillo.	975. Puerto Lumbreras.
115. Gulina.	663. Valera de Abajo.	976. Mazarrón.
142. Aoiz.	664. Enguitanos.	977. Cartagena.
154. Lalín.	665. Mira.	978. Llano del Beal.
155. Chantada.	666. Chelva.	983. Sanlúcar la Mayor.
159. Bembibre.	667. Villar del Arzobispo.	984. Sevilla.
175. Singües.	668. Sagunto.	987. El Rubio.
187. Orense.	669. Moncofar.	997. Aguilas.
188. Nogueira de Ramuín.	690. Santa María del Campo Rus.	997 bis. Cope.
204. Logroño.	691. Motilla del Palancar.	999. Huelva.
205. Lodosa.	693. Utiel.	1.000. Moguer.
207. Sos del Rey Católico.	694. Chulilla.	1.001. Almonte.
225. Ribadavia.	696. Burjasot.	1.002. Dos Hermanas.
226. Allariz.	719. Venta del Moro.	1.003. Utrera.
236. Astudillo.	720. Requena.	1.004. Marchena.
237. Castrogeriz.	722. Valencia.	1.013. Macael.
239. Pradoluengo.	740. Villarrobledo.	1.014. Vera.
243. Calahorra.	761. Llanos del Caudillo.	1.015. Garrucha.
244. Alfaro.	763. Sotuélamos.	1.016. Los Caños. Con la 999.
245. Sádaba.	788. El Bonillo.	1.017. El Abalarío.
263. Celanova.	789. Lezuza.	1.018. El Rocío.
264. Gínzola de Limia.	794. Canals.	1.019. Los Palacios y Villafranca.
274. Torquemada.	796. Gandía.	1.030. Tabernas.
282. Tudela.	814. Villanueva de la Fuente.	1.031. Sorbas.
300/301. Lovios.	820. Onteniente.	1.032. Mojácar.
302. Baltar.	821. Alcoy.	1.033. Palacio de Doñana.
320. Tarazona de Aragón.	823. Jávea.	1.034. Lebrija.
329. Pons.	826. Cheles.	1.066. Coin.
330. Cardona.	827. Alconchel.	1.072. Estepona.

MAPAS NACIONALES A ESCALA 1:200.000

En esta escala se encuentran totalmente publicados los mapas siguientes:

De Síntesis Geológica:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 400 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario por existir cartografía de éste a escala 1:100.000.)

Metalogenético:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 400 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario.)

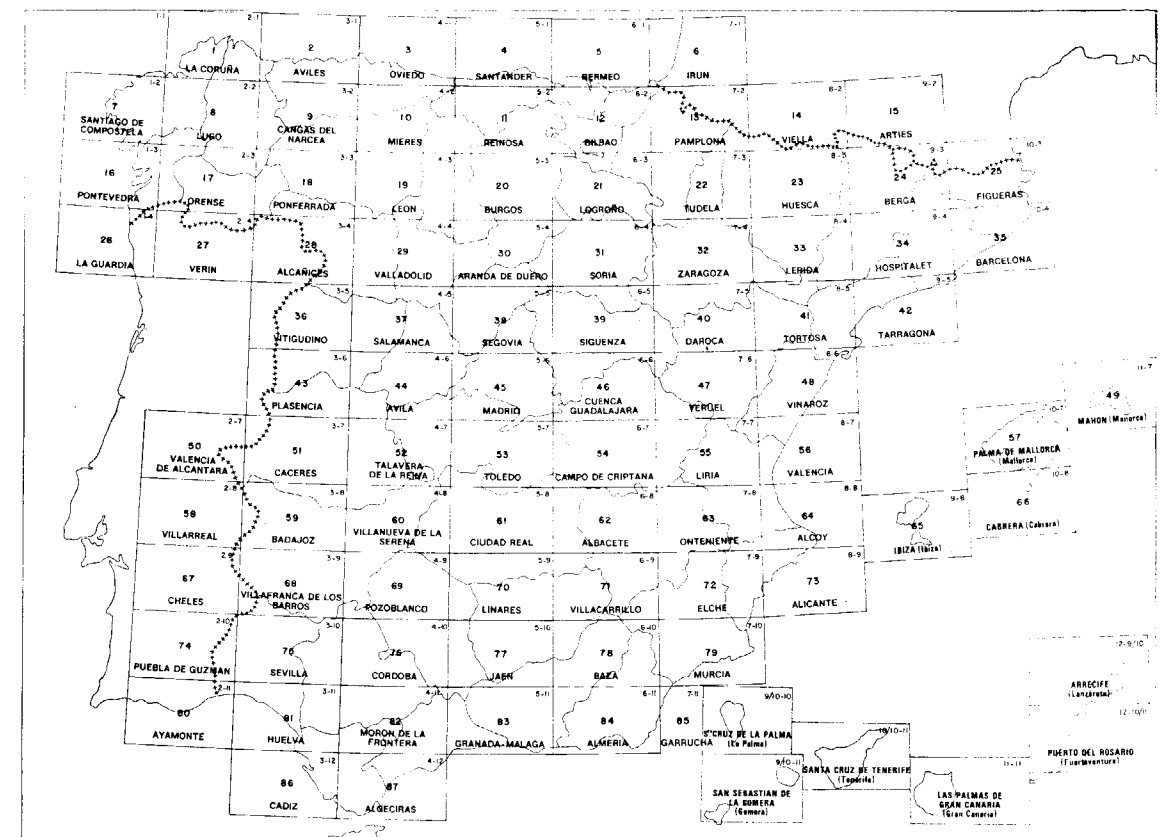
Geotécnico General:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 300 ptas. Hoja y Memoria.

De Rocas Industriales:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 300 ptas. Hoja y Memoria.

División en Hojas del Mapa de España a Escala 1:200.000 (Mapas de Síntesis Geológica, Geotécnico General, de Rocas Industriales y Metalogenético)



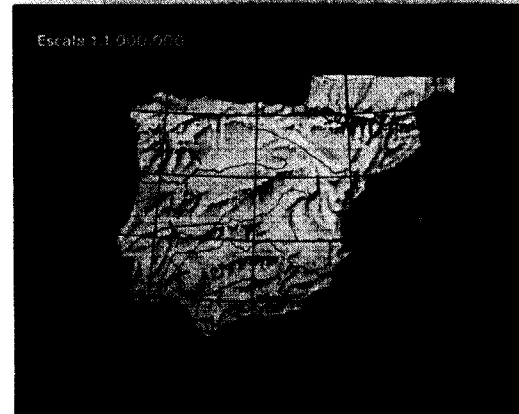
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
 c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)
SERVICIO DE PUBLICACIONES. MINISTERIO DE INDUSTRIA
 c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

NUEVAS PUBLICACIONES

MAPA DE VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACION DE LOS MANTOS ACUIFEROS

DE LA
ESPAÑA PENINSULAR, BALEARES Y CANARIAS
(Primer volumen: Andalucía)
Segundo volumen: España - resto

Escala 1:1.000.000

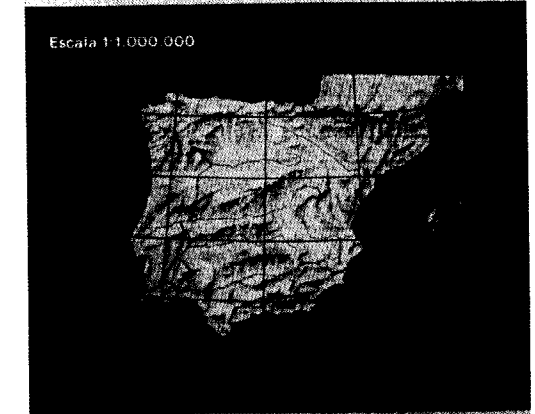


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA TECTONICO

de la
Península Ibérica y Baleares

Escala 1:1.000.000



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO

de la
Península Ibérica, Baleares y Canarias



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA SISMOESTRUCTURAL

de la
Península Ibérica, Baleares y Canarias



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

ATLAS E INVENTARIO DE ROCAS INDUSTRIALES

Realizado por la División de Geotecnia del IGME

Comprende los siguientes grandes apartados:

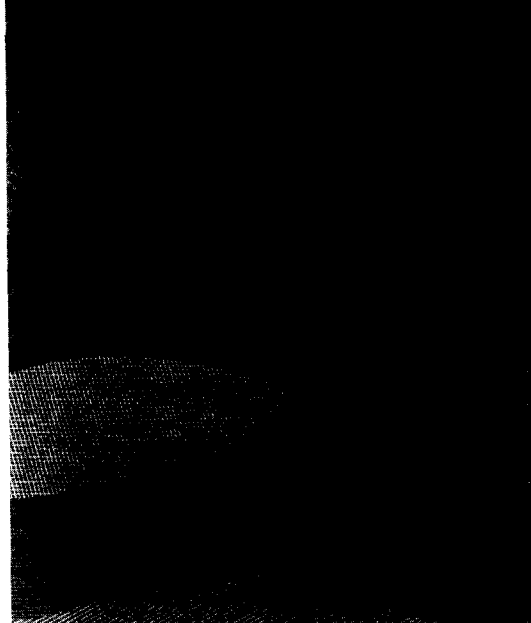
1. LAS ROCAS INDUSTRIALES Y SU APROVECHAMIENTO GLOBAL.
2. PLANIFICACION DE LA INVESTIGACION DE ROCAS INDUSTRIALES EN EL III PLAN DE DESARROLLO.
 - Planificación del estudio de los mapas de Rocas Industriales 1:200.000.
 - Planificación de estudios sectoriales.
3. INVENTARIO Y MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES 1:500.000.
 - Mapa director.
 - Mapa de provincias y división de hojas 1:200.000.
 - Inventario y mapa de Rocas Industriales 1:500.000.
4. INFORMACION ESTADISTICA.
 - Cuadro de explotación de Rocas Industriales por provincias y tipos de rocas.
 - Cuadro de utilización de las principales Rocas Industriales.
 - Importación y exportación de Rocas Industriales.
 - Cuadros de utilización de las Rocas Industriales por provincias.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1

MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

Escala 1:500.000



OTRAS PUBLICACIONES CARTOGRAFICAS

Mapas Geológicos Varios

	Ptas.
— Geológico de la Isla de Fuerteventura - Escala 1:100.000	300
— Geológico de la Isla de Gran Canaria - Escala 1:100.000	300
— Geológico de la Isla de Lanzarote - Escala: 1:100.000	300
— Geológico de la Isla de Tenerife - Escala 1:100.000	300
— Geológico de la provincia de Gulpúzcoa - Escala 1:100.000	300
— Geológico de la Cuenca del Duero - Escala 1:250.000	300
— Petrográfico y estructural de Galicia - Escala 1:400.000	300
— Litológico de España - Escala 1:500.000	700
— de Síntesis y Sistemas Acuíferos - Escala 1.166.000.	100
— Sismotécnico de la Península Ibérica - Escala 1:2.500.000	100

Mapa Geológico Nacional - Escala 1:400.000

Consta de una hoja y memoria descriptiva. La edición completa se compone de 64 hojas, en existencia las siguientes:

Hoja n.º	Ejemplar: 200 ptas.
1/2. La Coruña.	
4. Costa de Santander y Vizcaya.	
9/10. Pontevedra, Lugo y Orense.	
11. León.	
12. Vizcaya y Burgos.	
14. Pirineo Leridano y Osnense.	
17/18. Orense, Zamora y Norte de Portugal.	
52. Granada.	
59. Algeciras.	

Mapas Geológicos Provinciales - Escala 1:200.000

En existencia los siguientes: Ejemplar: 300 ptas.

Hoja n.º	Hoja n.º
1. Almería.	7. Madrid.
3. Cáceres.	8. Murcia.
4. Cádiz.	9. Salamanca.
5. La Coruña.	10. Valencia.

Mapas Geológicos - Escala 1:1.000.000

Ejemplar: 300 ptas.

- Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (6.ª edición).
- de Reconocimiento Hidrogeológico.
- de Lluvia Útil y Escorrentía
- Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias.
- Tectónico de la Península Ibérica y Baleares.
- de Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos.

Mapa Metalogenético de España - Escala 1:1.500.000

La colección completa consta de 17 hojas y memorias referidas a las siguientes sustancias: Ejemplar: 400 ptas.

Hoja n.º	Hoja n.º	Hoja n.º
1. Aluminio.	7. Fluorita.	13. Níquel.
2. Azufre.	8. Fosfatos.	14. Oro.
3. Bismuto.	9. Hierro.	15. Potasa-Sal común.
4. Plomo-Cinc.	10. Hulla.	16. Titanio.
5. Cobre.	11. Manganeseo.	17. Wolframio.
6. Estaño.	12. Mercurio.	

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23 - Teléfono 441 70 67 - Madrid-3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

Claudio Coello, 44 - Teléfono 276 20 01 - Madrid-1



SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

IGME

NUEVAS PUBLICACIONES

MAPA DE VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACION DE LOS MANTOS ACUIFEROS

DE LA
ESPAÑA PENINSULAR, BALEARES Y CANARIAS

(Primer esquema cualitativo)

Segunda edición

Escala 1:1.000.000



CONTRIBUCION AL DECENIO HIDROLOGICO INTERNACIONAL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA TECTONICO de la Península Ibérica y Baleares

Escala 1:1.000.000



CONTRIBUCION AL MAPA TECTONICO DE EUROPA

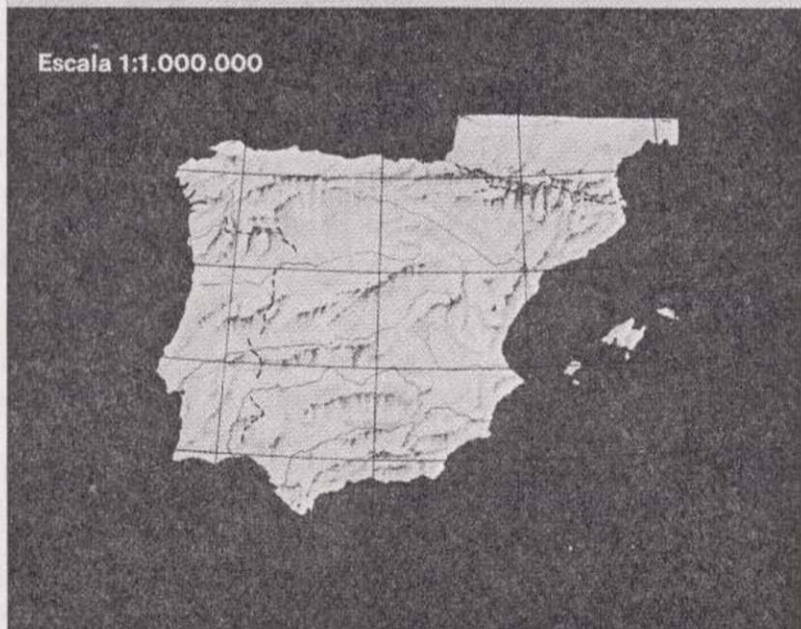
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO

de la

Península Ibérica, Baleares y Canarias

Escala 1:1.000.000



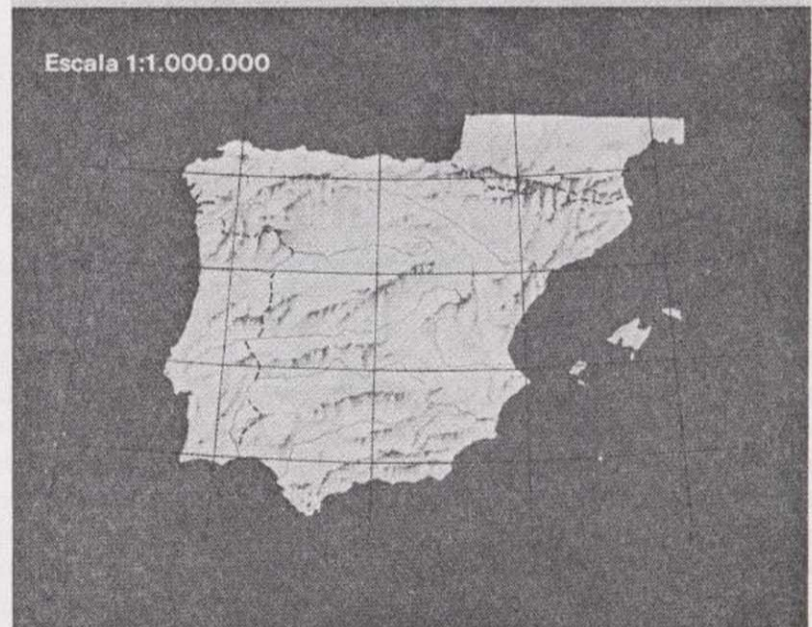
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA SISMOESTRUCTURAL

de la

Península Ibérica, Baleares y Canarias

Escala 1:1.000.000



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

IGME

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

El problema de la contaminación de las aguas subterráneas, requiere fundamentalmente soluciones de prevención, ya que una vez producida, su corrección, aún eliminada la causa productora es difícil, costosa y en ocasiones imposible.

Puesto que prácticamente el 35 por 100 de las necesidades españolas en agua de abastecimiento doméstico son satisfechas por aguas subterráneas, la protección de éstas frente a la contaminación, es una tarea importante y que ha merecido atención prioritaria por parte del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Industria y Energía.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas, figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos residuos sólidos de origen urbano. Dado que éstos vertederos se ubican con frecuencia cerca de los núcleos de población, y que también los pozos y sondeos de abastecimiento suelen encontrarse a distancias relativamente pequeñas de dicho núcleo, se da un claro caso de proximidad entre la fuente de contaminación y la aplicación útil vulnerable de agua. Se trata de un caso en que la prevención es fundamentalmente, ya que los posibles problemas de contaminación pueden afectar a la salud humana.

En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos de 19 de noviembre de 1975 (B. O. del E. del 21) se considera al Instituto Geológico y Minero de España como el Organismo consultor en lo que respecta a los proyectos de vertederos... «cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo.» Para cumplir más eficazmente esta misión, el IGME ha decidido anticiparse a los posibles problemas, emprendido el estudio, en zonas especialmente críticas, de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en la superficie del terreno o que

se producen e infiltran desde la misma, tales como los lixiviados de las basuras urbanas.

El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible la vulnerabilidad de las aguas subterráneas, ha sido el mapa de orientación al vertido, que, por otra parte, representa un ejemplo de lo que la ciencia geológica e hidrogeológica puede aportar al complejo proceso de ordenación del territorio.

El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos sólidos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto de vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede utilizarse también como indicador de los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea debida a actividades tales como el vertido de aguas fecales, el empleo excesivo de pesticidas, etc. En el caso de residuos industriales, y dada la amplia gama de composición posible, el mapa deberá utilizarse teniendo en cuenta cada caso particular; los criterios son muchos, más restrictivos en el caso de pro-

ductos tóxicos o peligrosos.

La primera fase del programa de preparación de estos mapas, a escala 1/50.000, comprende los siguientes.

- Cuenca del Júcar: 24 hojas de la zona costera de Alicante, Valencia y Castellón y zonas de influencia.
- Cuencas del Sur: 6 hojas de la Costa del Sol y zonas de influencia.
- Cuenca del Guadalquivir: 5 hojas de las áreas de influencia de Granada, Sevilla y Huelva.
- Cuenca del Segura: 5 hojas en la zona del Alto Vinalopé y cuencas costeras de Alicante (Costa Blanca).
- Cuenca Alta del Guadiana: 5 hojas en las zonas de influencia de Ciudad Real y pueblo de la Mancha.

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

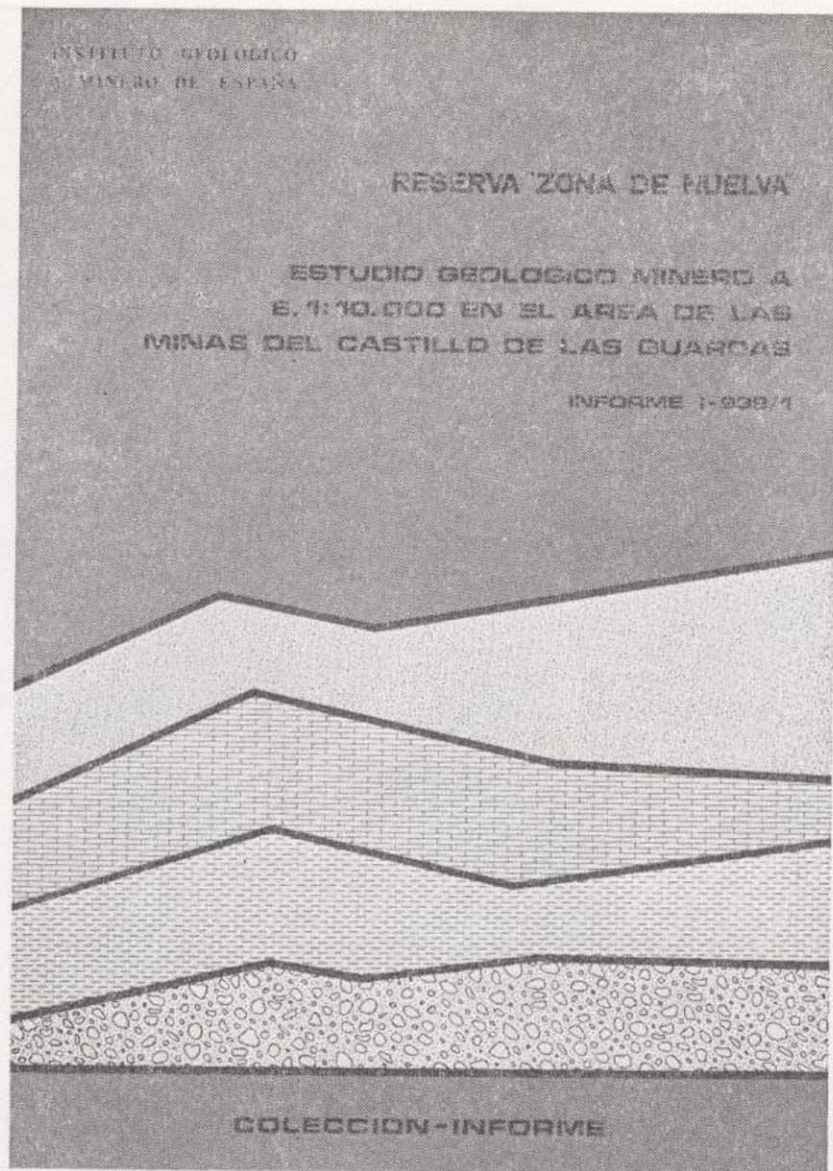
BURJASOT HOJA 696

Escala, 1:50.000



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid (3)
SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid (1)



RESERVA ZONA HUELVA

- 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castiblanco de los Arroyos.
- 2 - Estudio Geológico y Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán
- 3 - Estudio Geológico y Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
- 4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
- 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
- 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
- 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
- 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
- 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
- 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
- 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
- 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
- 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.

Precio de cada ejemplar, 300 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1

COSTE DEL AGUA SUBTERRANEA

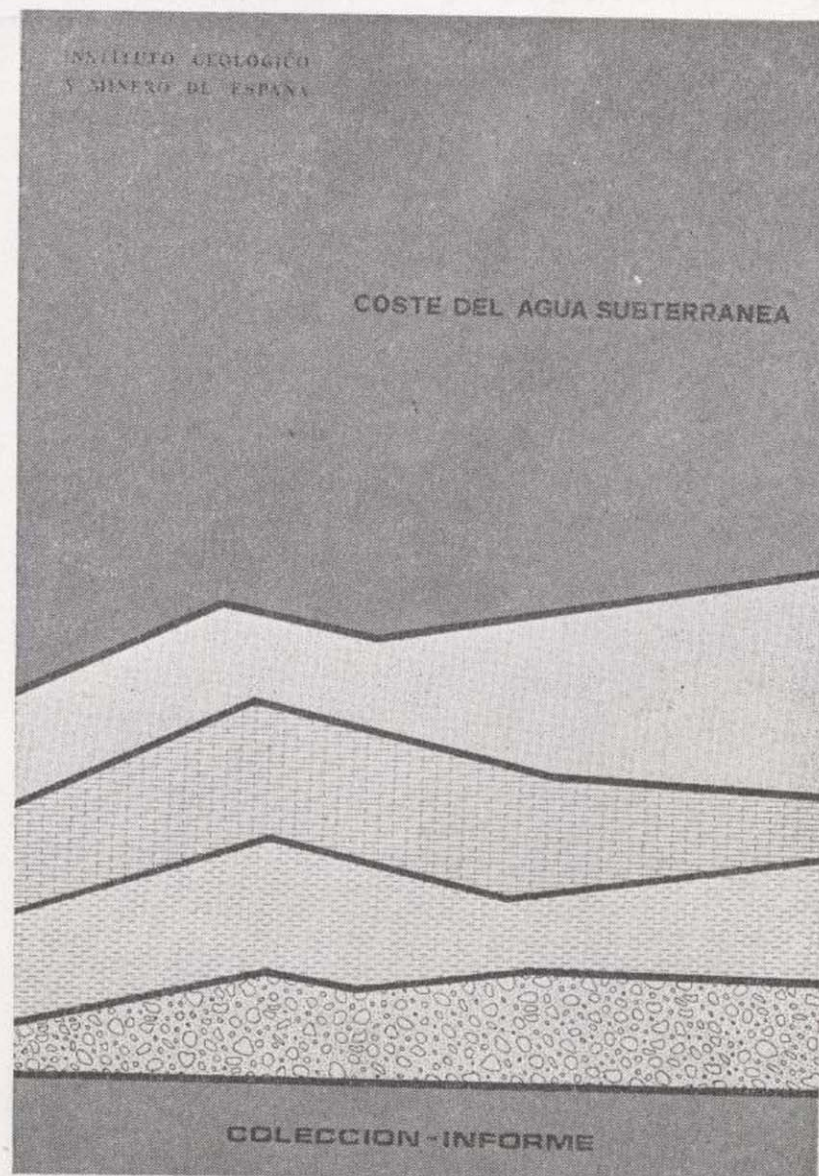
La amplia labor investigadora del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se engloba en el Plan Nacional de Minería programado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, ha obligado a valorar la importancia económica de las aguas subterráneas en nuestro país. A este respecto, la División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E. proyecta la realización de una Cartografía Nacional del Coste del Agua Subterránea, con base en los profundos conocimientos adquiridos en la etapa de Investigación llevada a cabo durante el III Plan de Desarrollo.

El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

Precio de cada ejemplar, 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1



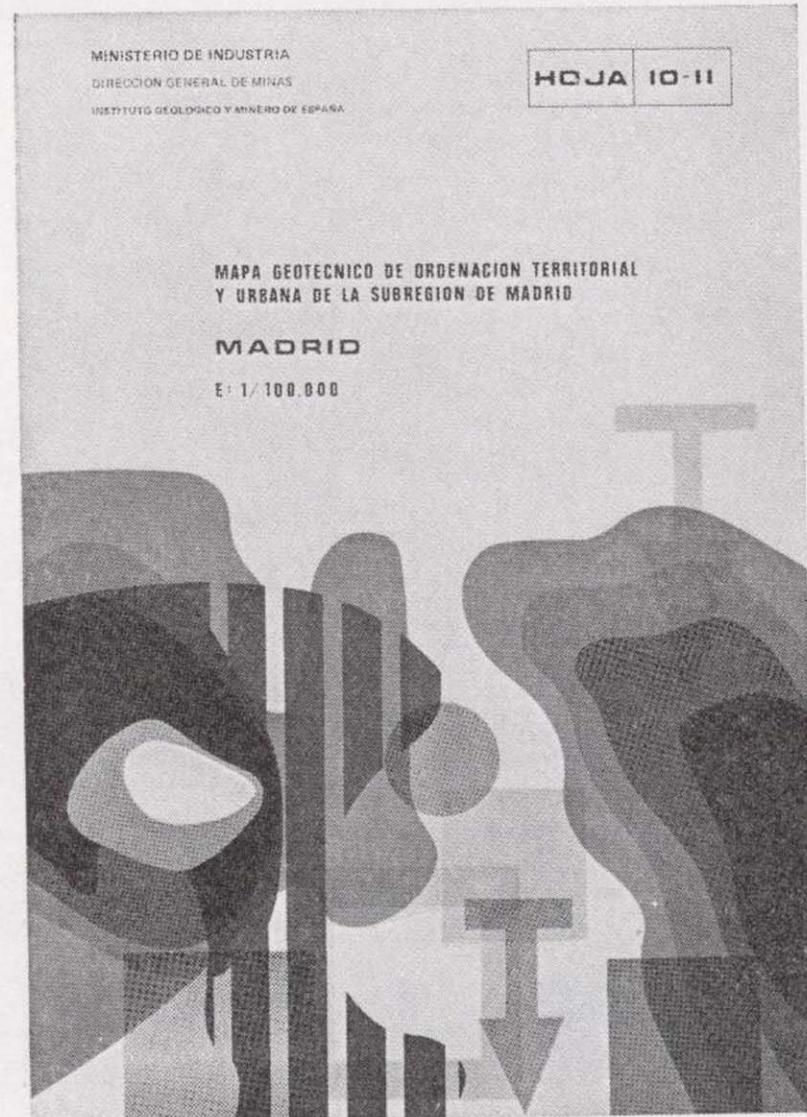
Mapa Geotécnico de ordenación territorial y urbana de la subregión de Madrid. Escala 1:100.000

Realizado por la División de Geotecnia del IGME
Mapas y Memorias publicados:

Hoja n.º		Hoja n.º	
8/11	Avila de los Caballeros.	9/13	Toledo.
		10/9	Riaza.
8/12	Arenas de San Pedro.	10/10	Torrelaguna.
		10/11	Madrid.
8/13	Talavera de la Reina.	10/12	Getafe.
		10/13	Mora.
9/10	Segovia.	11/9	Sigüenza.
9/11	San Lorenzo del Escorial.	11/10	Brihuega.
		11/11	Guadalajara.
9/12	Navalcarnero.	11/12	Tarancón.

Precio de cada ejemplar: 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3
SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1



Anuario de la evolución de los niveles piezométricos en los sistemas acuíferos españoles.

Realizado por la División de Aguas Subterráneas del IGME.

- Cuenca del Duero.
- Cuenca del Guadiana.
- Cuenca del Guadalquivir.
- Cuenca del Sur.
- Cuenca del Segura.
- Cuenca alta del Júcar.
- Cuenca media y baja del Júcar.
- Baleares.

Precio de cada ejemplar: 300 pts.

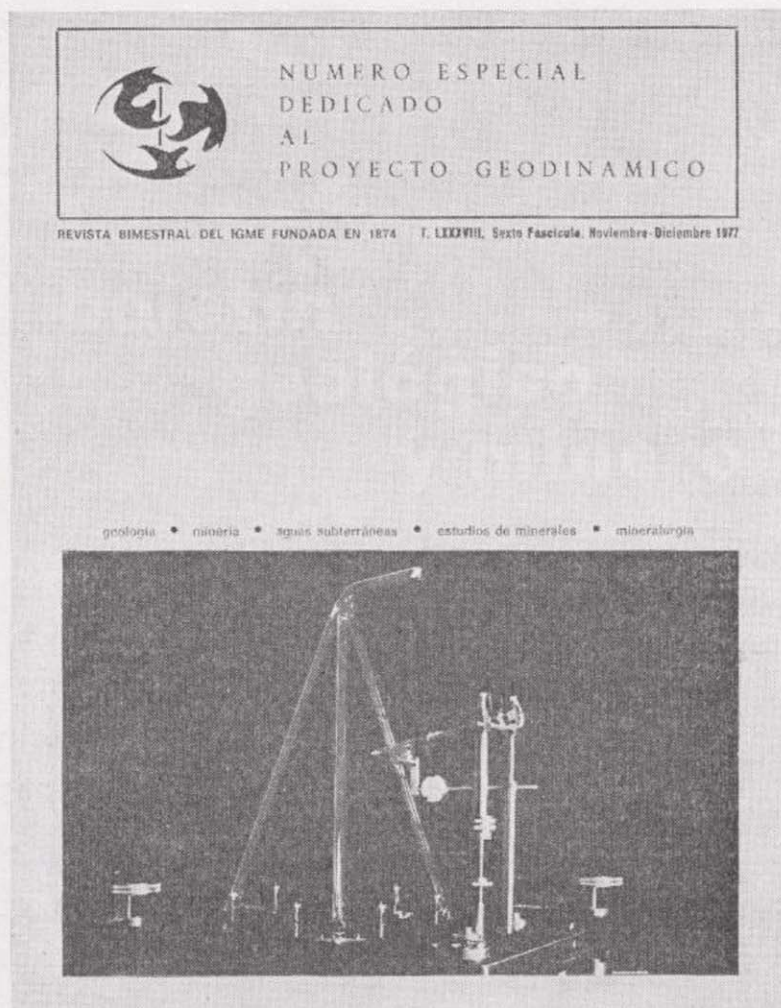
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3
SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1

BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO

La publicación más antigua y de mayor difusión del Instituto Geológico y Minero de España. Se inició en el año 1874, continuando su publicación. Actualmente se presenta en fascículos de aparición bimestral que componen al año un tomo.

Es la primera revista española de su especialidad, tratándose en ella temas de Geología, Minería, Aguas Subterráneas, Energía, Geofísica, Geoquímica, Geotecnia, Geonucleónica y Estudio de Minerales y Rocas. Contiene además una parte fija dedica-

da, a Información General, Noticias, Notas Bibliográficas, Información legislativa, etc.



El último tomo publicado es el 83 que corresponde al año 1977 (fascículo I a VII), y comprende 21 trabajos de Geología, 5 de Minería, 4 de Aguas Subterráneas, 8 de Geofísica, 2 de Geotecnia, 2 de Energía y 6 de Estudios de Minerales y Rocas que hace un total de 577 páginas más un total de 180 páginas dedicadas a diversos temas de información.

Boletín Geológico y Minero

Revista bimestral de geología económica industrias extractivas y de su beneficio

BOLETIN DE SUSCRIPCION

Suscripción anual (6 números) 1.100 ptas.

ESPAÑA e IBEROAMERICA 1.100 ptas.

DEMÁS PAISES 1.350 ptas.

Nombre, Organismo o Empresa

Profesión

Dirección Teléfono

Ciudad (provincia) D. P.

País

Fecha

FIRMA

FORMA DE PAGO

Contra reembolso.

Talón nominativo.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo y en él será marcado la fecha de recepción y prioridad.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.

Todos los trabajos en lengua castellana irán precedidos de un breve resumen en español e inglés o francés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

En todo momento los autores conservarán una copia del texto original.

Bibliografía.

Se incluirá al final de cada trabajo la relación de las obras consultadas por orden alfabético de autores, empleándose las normas y abreviaturas usuales.

En casos excepcionales se podrá citar alguna obra no consultada.

Parte gráfica.

Los originales de figuras, cuadros y fotografías se entregarán aislados, indicándose en ellos el título del trabajo, nombre del autor y número de

la ilustración. La parte gráfica vendrá preparada para ser reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna) y 170 mm. (doble columna). Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. En las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica, con objeto de evitar errores en caso de reducir el original. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

Pruebas.

Serán enviadas a los autores para que realicen las correcciones de erratas de imprenta producidas en la composición, no admitiéndose modificaciones ni adiciones al texto original.

Las pruebas serán devueltas por el autor en el plazo máximo de quince días, pasados los cuales la Redacción decidirá entre retrasar el trabajo o realizar ella misma la corrección, declinando la responsabilidad por los errores que pudieran persistir.

Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

Tiradas aparte.

Se asignan 25 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá hacerlo constar por escrito en el original o en las pruebas y abonar el precio de este excedente.

La Redacción del BOLETÍN introducirá cuantas modificaciones sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad del mismo. De estas modificaciones se informará al autor.

Toda la correspondencia referente a las publicaciones
deberá dirigirse a:

Leopoldo Aparicio. Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. Madrid-3

TODA LA RIQUEZA MINERA EN SUS MANOS MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

Serie de 93 hojas con memoria descriptiva



El más completo catálogo de nuestras posibilidades mineras, realizado por el

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EDITADO Y DISTRIBUIDO POR

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Claudio Coello, 44, Madrid-1

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23, 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

*La inversión
requiere un buen proyecto*



intecsa

INTERNACIONAL DE INGENIERIA
Y ESTUDIOS TECNICOS S. A.



EN PROSPECCION DE RECURSOS NATURALES

- * GEOLOGIA
- * AGUAS SUBTERRANEAS
- * EXPLORACION MINERA
- * EXPLORACION PETROLERA
- * SONDEOS
- * ROCAS INDUSTRIALES
- * GEOTERMIA
- * GEOTECNIA
- * GEOFISICA
- * LABORATORIOS



**Compañía
General de
Sondeos, S.A.**

OFICINAS CENTRALES: Corazón de María, 15 · Tel. 416 85 50* · MADRID-2
Portal de Castilla, 46 · Tel. 22 36 04* · VITORIA

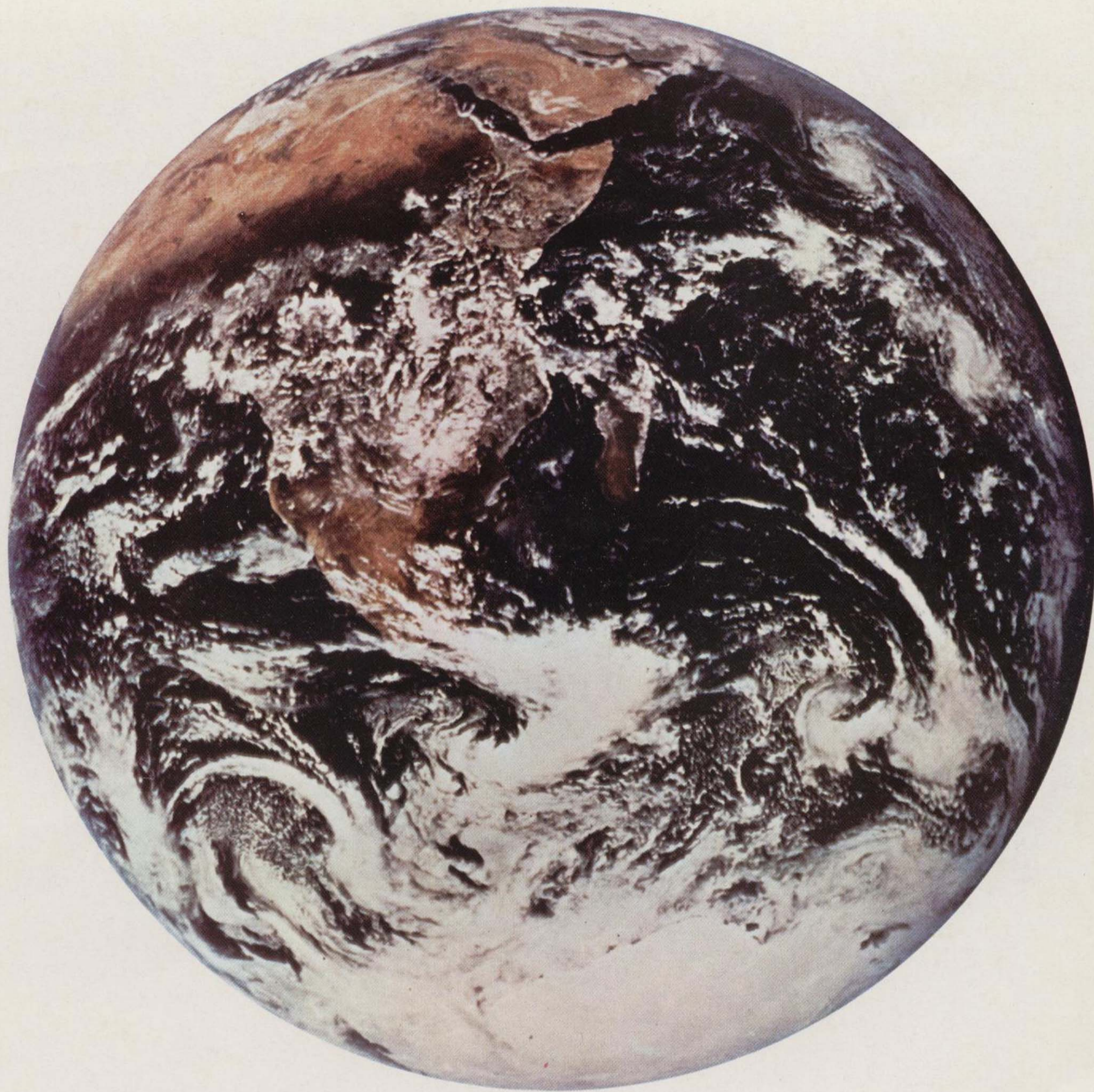
LABORATORIOS: San Roque, 3 · Majadahonda (MADRID)

ESTUDIOS DE:
Geología
Hidrogeología
Geofísica
Geotecnia
Minería
Análisis de materiales
Sondeos



Juan Ramón Jiménez, 22, 4^a dcha.

Teléf. 458 75 58
Madrid 16



Ibergesa

Ibérica de Especialidades Geotécnicas, SA