

11/2-4-1

21 MAR. 1977

En este número:

- El Proyecto MAGNA y el Banco de Datos Geológicos.
- Les grands traits de la tectonique du Bassin neogene du Bas-Guadalquivir.
- Aplicaciones de los mapas geomorfológicos a la planificación urbana con un ejemplo de Tenerife.
- El yacimiento de magnesita de Incio (Lugo, España).
- Sobre las características físico-mecánicas de algunos granitos industriales de Galicia (1.ª Parte).
- Aplicaciones del microscopio en relación con la calidad de las pizarras de techar.

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. LXXXVIII, Primer Fascículo. Enero - Febrero 1977

# boletín geológico y minero



1801716  
 7801717  
 1801718  
 7801719

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







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



**geológicos  
minerales  
hidrogeológicos  
geotérmicos  
geotécnicos**

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

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

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

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



**ALUMBRAMIENTO  
DE AGUAS  
SUBTERRANEAS**

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

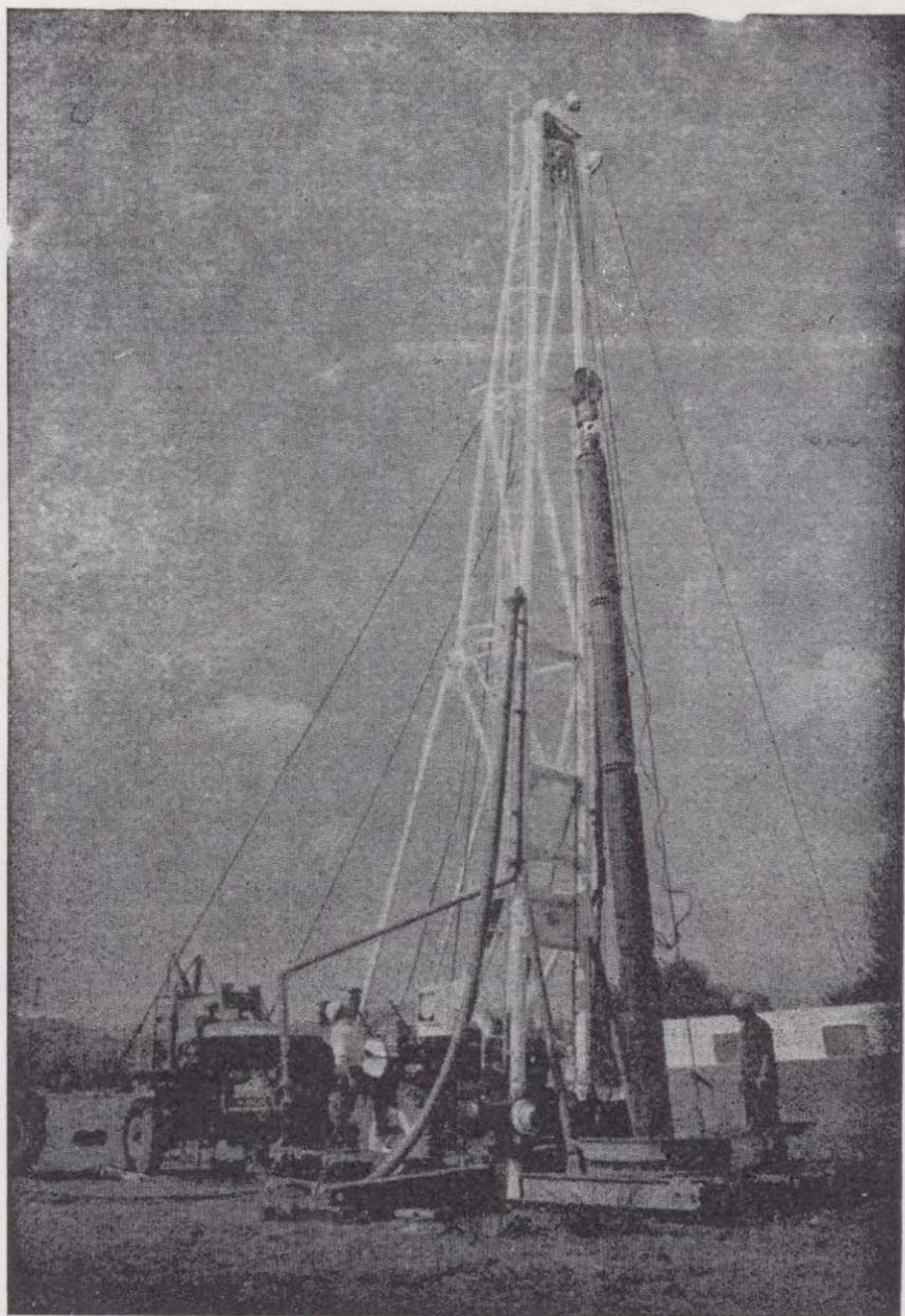
**AGUA Y SUELO, S. A.**

**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**

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

## **SONDEOS DE RECONOCIMIENTO**

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

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

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



# 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

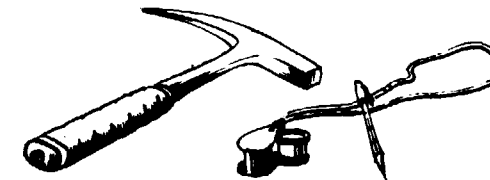


**FINA IBERICA S.A**

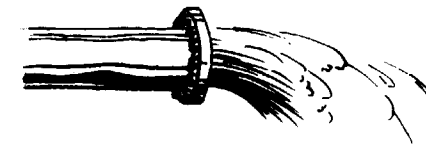
Dr. Fleming 3

Madrid 16-

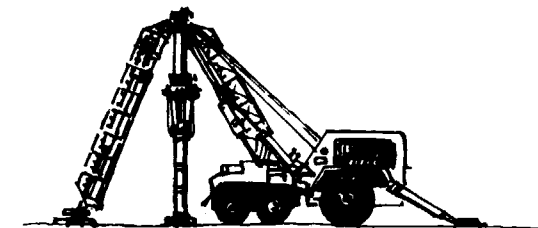
Tno. 2 5978 04



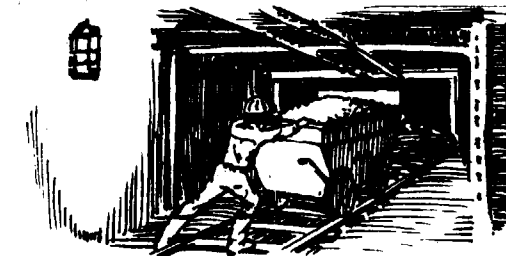
Investigacion  
Geologica



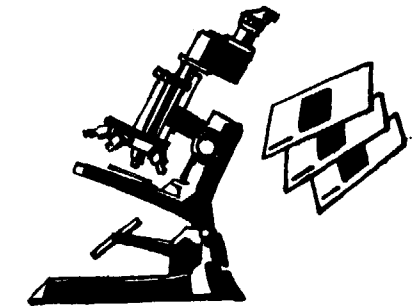
Hidrogeologia



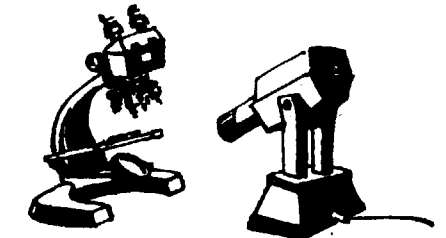
Perforacion



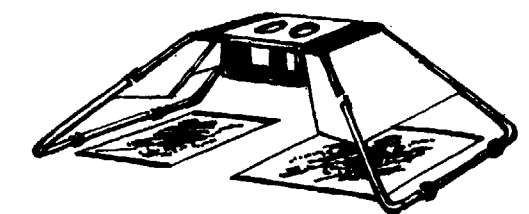
Mineria



Petrografia



Micropaleontologia



Fotogeologia



Laboratorio



# La línea del progreso.

En sus distintos tipos y tamaños, el papel Kodak Linagraph le ofrece información directa en segundos.

Puede utilizarlo en oscilografía de registros fotográficos para usos industriales en los campos de la investigación y el desarrollo, control de calidad, ensayos de materiales, instrumentación, etcétera.

Los trazos permanecen sobre su superficie plana y sin arrugas.

Para más información, dirijase a Kodak, Departamento de Rayos X e Instrumentación. Irún, 15, Madrid-8

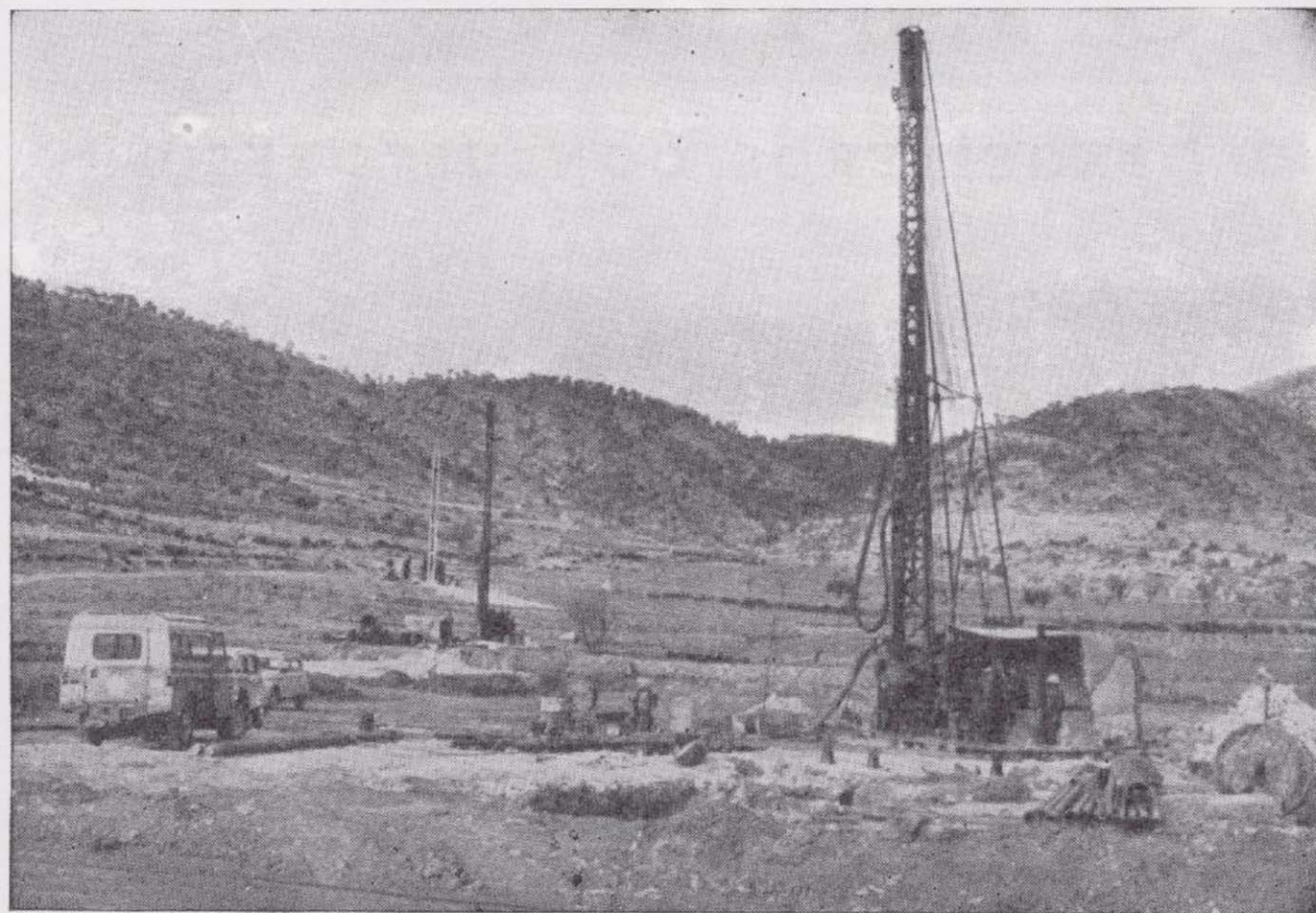
**° RESULTADOS  
QUE CUENTAN**



**Papel Kodak Linagraph**



# 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**

★ ★ ★

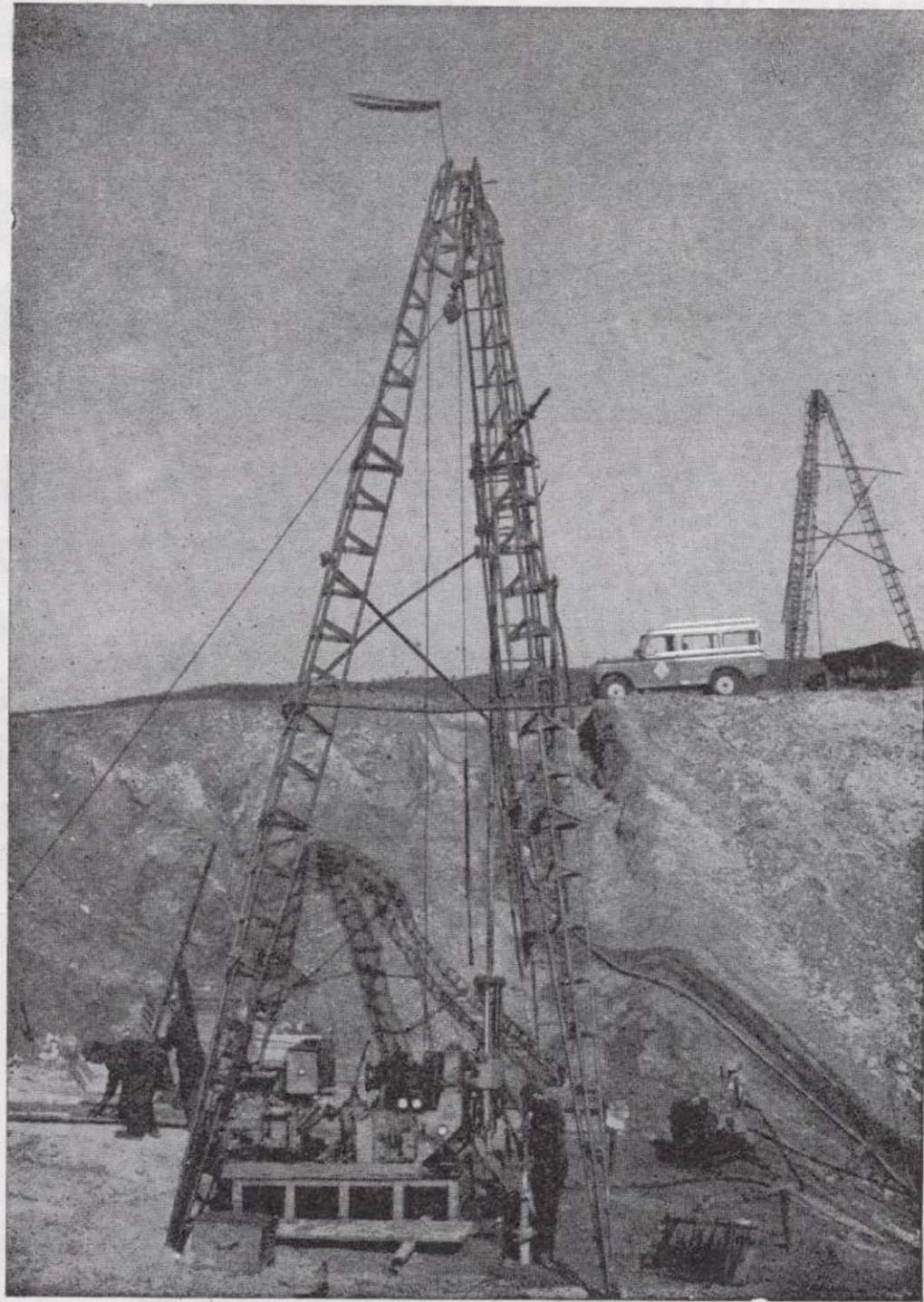
**ERNESTO RODES MARTI**

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

**VILLENA (Alicante)**



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



**TERRATEST, S. A.**

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

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

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

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

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

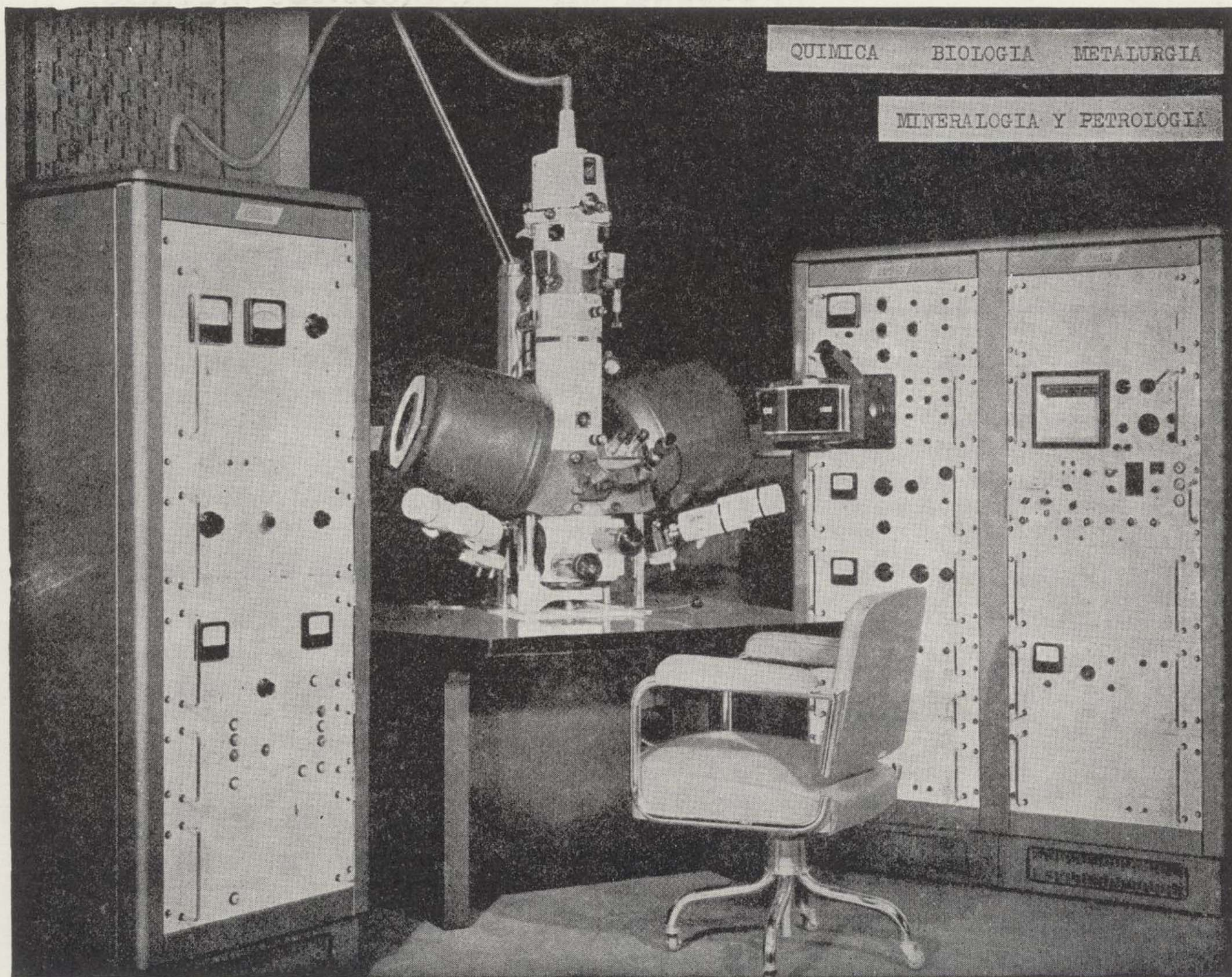
**Servicios a la Industria de la Construcción.** - Estudios sísmicos, perforación de investigación, cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos otros servicios como muestras del suelo, tamizado de rocas, cortes y aserrado de materiales de construcción, etc.

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

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



# LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ★ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micras.
- ★ Especialmente indicada en la resolución de problemas de Mineralogía y Petrología, así como en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc.

---

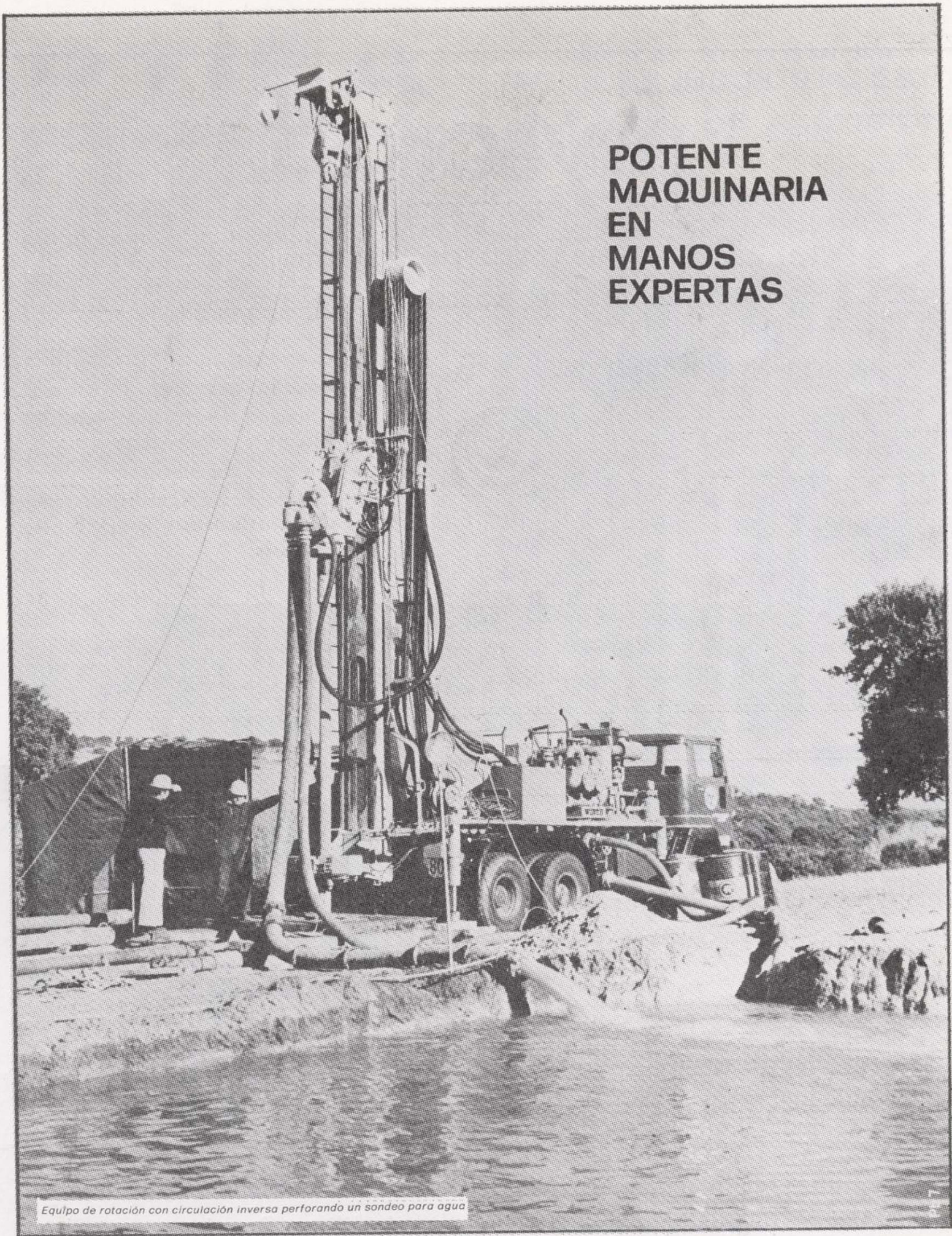
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid - 3





**POTENTE  
MAQUINARIA  
EN  
MANOS  
EXPERTAS**

*Equipo de rotación con circulación inversa perforando un sondeo para agua*

## **VEA LOS RESULTADOS: MAS AGUA**

Vegarada posee la técnica y experiencia necesarias para proporcionarle el agua que precise. Puede ocuparse desde los trabajos de proyección y alumbramiento, hasta la realización de obras de conducción, puesta en riego o depósito, abastecimiento y distribución de caudales. Distintas modalidades de contratación. Infórmese sobre la solución que más convenga a sus necesidades.



**Vegarada**

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

DELEGACIONES REGIONALES Y EQUIPOS EN TODA ESPAÑA





**POTENTE  
MAQUINARIA  
EN  
MANOS  
EXPERTAS**

*Equipo de rotación con circulación inversa perforando un sondeo para agua*

## VEA LOS RESULTADOS: MAS AGUA

Vegarada posee la técnica y experiencia necesarias para proporcionarle el agua que precise. Puede ocuparse desde los trabajos de proyección y alumbramiento, hasta la realización de obras de conducción, puesta en riego o depósito, abastecimiento y distribución de caudales. Distintas modalidades de contratación. Infórmese sobre la solución que más convenga a sus necesidades.

**Vegarada** Guzmán el Bueno, 133  
Telfs. 233 71 00 - 253 42 00  
MADRID-3

DELEGACIONES REGIONALES Y EQUIPOS EN TODA ESPAÑA

**Tomo 88**

**Fascículo I**

**Enero - Febrero 1977**

# Boletín Geológico y Minero



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

## SUMARIO

<b>Geología</b>	DIVISIÓN DE GEOLOGÍA DEL IGME Y CENTRO DE CÁLCULO DE LA E. T. S. DE I. DE MINAS DE MADRID: El Proyecto MAGNA y el Banco de Datos Geológicos ... ..	1
	CLAUDE VIGUIER: Les grands traits de la tectonique du Bassin neogene du Bas-Guadalquivir ... ..	39
	L. GONZÁLEZ DE VALLEJO: Aplicaciones de los mapas geomorfológicos a la planificación urbana con un ejemplo de Tenerife.	45
<b>Minería</b>	M. DOVAL, M. BRELL y E. GALÁN: El yacimiento de magnesita de Incio (Lugo, España) ... ..	50
<b>Geotecnia</b>	J. ORDAZ y R. M. ESBERT: Sobre las características físico-mecánicas de algunos granitos industriales de Galicia (1.ª Parte).	65
<b>Estudio de Minerales y Rocas</b>	CASILDA RUIZ GARCÍA: Aplicaciones del microscopio en relación con la calidad de las pizarras de techar ... ..	72
<b>Información</b>	Noticias.—Información legislativa.—Notas bibliográficas ... ..	78

### DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 234 13 28

### ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-1

Teléfono 276 20 01

## IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA



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

---

---

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

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

---

---

#### EXPLICACION DE LA PORTADA

Sinclinal colgado. Peña de Francia (Salamanca).

Foto: A. G. UBANELL

Depósito legal: M. 3.279.-1958

---

*Nuevas Gráficas, S. A.-Andrés Mellado, 18.-Madrid (15).-II-1977.*



## El Proyecto MAGNA y el Banco de Datos Geológicos.

Por División de Geología del IGME y Centro de Cálculo de la E.T.S. de I. de Minas de Madrid.

---

### RESUMEN

El objeto de este trabajo es la descripción de los archivos que integran el Banco de Datos Geológicos desarrollado a partir de la información obtenida en los trabajos para la confección del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 (Proyecto MAGNA), que realiza el Instituto Geológico y Minero de España.

### RESUMÉ

Dans ce rapport on décrit les fichiers qui constituent la Banque de Données Géologiques développée d'après les données obtenues dans les travaux pour le Projet MAGNA (Carte Géologique Nationale à l'échelle 1:50.000), que réalise l'Institut Géologique et Minière de l'Espagne (IGME).

### 1. EL PROYECTO MAGNA Y SUS UNIDADES FUNDAMENTALES.

#### 1.1. INTRODUCCIÓN.

El Proyecto MAGNA, creado, puesto en marcha y controlado por el Instituto Geológico y Minero de España, y cuya ejecución material se confía a numerosas empresas privadas, con las que el IGME establece las debidas contratas, tiene como finalidad la realización del Mapa Geológico Nacional, el cual consta de 1.130 hojas a escala 1:50.000.

Las hojas se confeccionan manteniendo una serie de parámetros fijos (tipo de leyendas, formato, simbología, etc.) que permiten la homogeneidad imprescindible para el tratamiento de la información que se obtiene durante el desarrollo del Proyecto, cuyos datos se pueden agrupar en las cinco unidades fundamentales siguientes:

Unidad núm. 1 *Mapa geológico.*

" núm. 2 *Memoria.*

" núm. 3 *Información complementaria.*

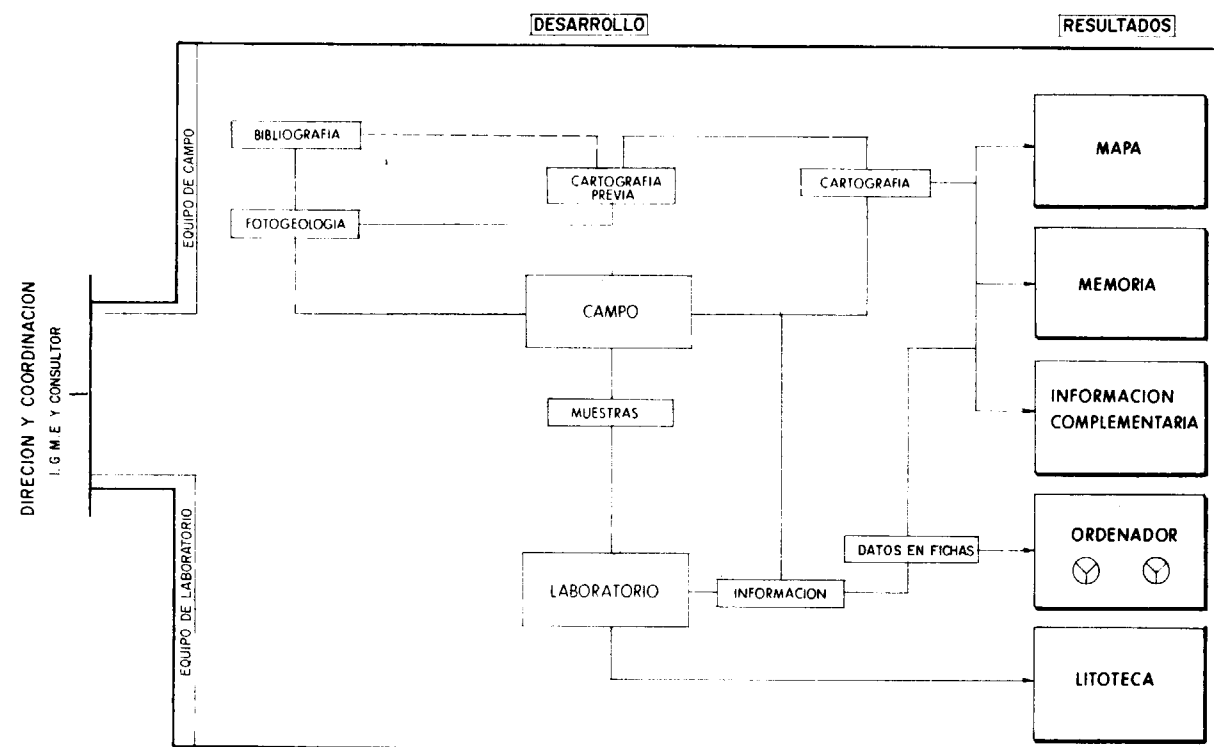
" núm. 4 *Informes de laboratorio.*

" núm. 5 *Archivo de muestras.*

De estas cinco unidades las dos primeras, Mapa Geológico y Memoria, que se tratarán más adelante, pasan al Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria para su edición.

Las otras tres unidades, suponen la obtención, a lo largo del Proyecto, de un enorme volumen de datos geológicos, hidrogeológicos, mineros, etc., de gran interés, que debe ser almacenado y tratado para su utilización posterior. Esta ha sido la causa determinante de la creación del Banco de Datos Geológicos cuyo desarrollo tiene lugar paralelamente a la marcha del Proyecto.





En la primera parte de este informe se describen brevemente las cinco unidades mencionadas, así como las funciones de los supervisores del IGME y del Equipo de Recepción del Centro de Cálculo de la ETSIM. La parte segunda está dedicada a la descripción de los archivos actualmente en funcionamiento y a los programas de utilización de los mismos.

## 1.2. GENERACIÓN DE DATOS.

El esquema adjunto representa en líneas generales el proceso de ejecución de cada una de las hojas y los resultados finales que se describen someramente a continuación.

Los datos de los resultados finales son tratados según se indica en el apartado 1.3., quedando finalmente depositados en los Archivos del Magna descritos en la segunda parte de este informe.

### 1.2.1. Unidad núm. 1: Mapa geológico.

Esta unidad, impresa en formato DIN A-1, consta de una base topográfica (equidistancia entre cur-

vas de nivel 20 m.; escala 1:50.000), sobre la que están representados los diferentes fenómenos geológicos. Estos se diferencian mediante colores y símbolos cuyo significado viene expresado en una leyenda y en un cuadro de símbolos. A la vez, en la leyenda está representada la sucesión y disposición de los fenómenos geológicos en el espacio y el tiempo.

En la parte inferior figuran dos o más cortes del terreno que expresan la disposición general de los estratos, cambios litológicos, accidentes tectónicos, etcétera.

También se incluyen columnas estratigráficas obtenidas dentro del área de estudio que dan idea de las potencias relativas de las diversas litologías y de sus cambios laterales.

Por último, existe un esquema regional (Escala 1:1.000.000) con objeto de situar la zona dentro de un marco geológico y geográfico, y otro tectónico (E. 1:250.000) con los fenómenos estructurales más significativos de la hoja.

La simbología de las diferentes rocas y formaciones incluidas en esta unidad, así como el número

de tipo de análisis realizados, perduran en el proceso, registrándose en el Archivo Maestro descrito en el apartado 2.6.

### 1.2.2. Unidad núm. 2: Memoria.

La memoria proporciona una explicación breve y sencilla de la geología del sector cartografiado.

Comprende los siguientes apartados:

- Estratigrafía y/o Petrología.
- Tectónica.
- Historia Geológica.
- Geología Económica (Minería y Canteras, Hidrogeología y eventualmente Metalogenia).
- Bibliografía.

En el apartado de estratigrafía se describen detalladamente los términos que componen la columna estratigráfica general, haciendo referencia necesariamente a su litología, fauna y flora, potencia y relación estratigráfica con niveles contiguos. Los puntos de interés especial, geológicos, paleontológicos, etc., se reseñan con sus respectivas coordenadas U.T.M. En zonas de rocas ígneas y metamórficas se estudian los caracteres geológicos y petrológicos de estas formaciones, incluyendo una descripción microscópica de las rocas más significativas.

En el apartado de Tectónica se describe brevemente la interpretación de las diversas unidades estructurales, la época de plegamiento y los estilos tectónicos. Igualmente se citan los puntos de mayor interés estructural.

En el apartado de Historia Geológica se describe la evolución del sector de la hoja a lo largo de las edades geológicas representadas.

En el apartado de Geología Económica se describen, por un lado, los niveles estratigráficos susceptibles de presentar interés económico citándose también las minas y canteras existentes, y por otro, se hace referencia a las posibilidades de aprovechamiento de aguas subterráneas dando breve noticia de manantiales y puntos de interés hidrogeológico.

En el apartado de metalogenia se describe el proceso genético de los criaderos, su paragénesis mineral y, si se consideran de interés, su morfología, tipo de yacimiento, reservas y leyes minerales.

Por último, en el apartado de Bibliografía se citan las obras cuya consulta sea de utilidad al lector para el conocimiento de la región objeto del estudio.

Los datos citados en esta unidad y clasificaciones técnicas, puntos singulares, coordenadas, etc., se encuentran codificados y archivados mediante sus correspondientes fichas descritas en la segunda parte de este informe.

### 1.2.3. Unidad núm. 3: Información complementaria.

Para cualquiera de los equipos que trabajan en el Proyecto MAGNA, es familiar esta unidad de trabajo que en general comprende la recopilación de un conjunto de datos; unos de guión común a todas las hojas y otros peculiares de ella.

Los datos de guión común están representados por informes diversos y un plano donde figura la situación de las muestras recogidas.

Los informes suelen ser de cuatro tipos: Tectónico, Paleogeográfico, Paleontológico y Fotográfico. Son el resultado de toda una serie de observaciones y datos que por necesidades evidentes de simplificación e interpretación no pueden incluirse en la memoria. Estos informes, que han de ser esencialmente objetivos, deben de realizarse conjuntamente por el equipo de campo y el especialista en cuestión. Por otra parte lo que se trata de conseguir con estos informes, fundamentalmente, es que todas aquellas observaciones realizadas, tanto por el equipo de laboratorio como por el de campo, que no se puedan transcribir de manera mecánica, queden de alguna forma reseñadas para futuras investigaciones y consultas, sin que se pretenda que con el trabajo de una hoja se evidencie la evolución paleogeográfica de la zona, o su evolución tectónica, por ejemplo.

El plano de situación de muestras, que actualmente se realiza sobre la base geológica y donde también figuran los puntos donde se ha obtenido una fotografía u otro tipo de datos, no sólo da una rápida visión al consultor de las muestras que le puedan interesar sino que además complementa y aclara los datos que se obtienen mediante la unidad de ordenador que se comentará más adelante.

Los datos inherentes a la hoja en cuestión, columnas de detalle, sondeos, datos de minería, hi-







mero de fichas de cada tipo y de cada hoja 1:50.000 que se reciben y la fecha de recepción, obteniéndose además los totales acumulados para cada tipo de ficha. Como a las MCC1, a toda ficha se le asigna un número de control a efectos de identificación y contabilización.

El Libro Registro tiene la doble utilidad de servir de comprobante de la información recibida y

en que están representadas. Asimismo refleja si se han hecho análisis de muestras tomadas en la estación, y permite localizar esos análisis por su número de control.

La ficha M-7A permite advertir inmediatamente de acuerdo con el supervisor errores tales como la desaparición de muestras, existencia de análisis contradictorios de una misma muestra, etc.

DATOS A RELLENAR POR EL IOME		DATOS A RELLENAR POR EL IOME		DATOS A RELLENAR POR EL IOME	
Nº de la hoja	Nº del documento	Recibido	Ref. Control	Perforado	Verificado
28301					

DATOS A RELLENAR POR EL CONSULTOR		DATOS A RELLENAR POR EL CONSULTOR	
NUMERO DE LA ESTACION	MUESTRAS	NUMERO DE LA ESTACION	MUESTRAS
	Petrografia Mineral Macros. Sediment. Rayos X C 14 Químico Microsonda Microsc. Otro		Fotografía Petrografia Mineral Macros. Sediment. Rayos X C 14 Químico Microsonda Microsc. Otro

1. PONER EN TODA LA CABECERA DEL MAPA LAS ESTACIONES CON SU NUMERO DE REFERENCIA (EN AZUL) Y LOS CORTES REALIZADOS SOBRE EL TERRENO (EN ROJO).  
 PARA UN CONTROL CORRECTO DE LA MARCHA DEL TRABAJO DE CAMPO EL CONSULTOR DEBERA ENVIAR ENTRE LOS DIAS 1 Y 15 DE CADA MES ESTAS FICHAS AL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, DIVISION DE GEOLOGIA, C. RIOS RUIZAS, 23, MADRID, 1.

Recibido I.G.M.E. el ..... Enviado el .....  
 El Supervisor ..... El Consultor .....

Figura 3a

del momento en que se recibió, por una parte, y por otra, el permitir una contabilidad rápida y actualizada de todas las fichas enviadas por las empresas.

b) La ficha M-7A (fig. 2) constituye una relación completa, para cada hoja y especialista, de todas las estaciones realizadas, con sus coordenadas LAMBERT e identificación de la ficha MCC1

1.3.1.a. *La ficha MCC1:*

La ficha MCC1 de Control para el Trabajo de Campo (fig. 3) consta de dos partes.

1. La página de datos a rellenar por el consultor (fig. 3a).
2. El mapa topográfico de uno de los cuatro cuadrantes de la hoja 1:50.000 a estudiar (fig. 3b).

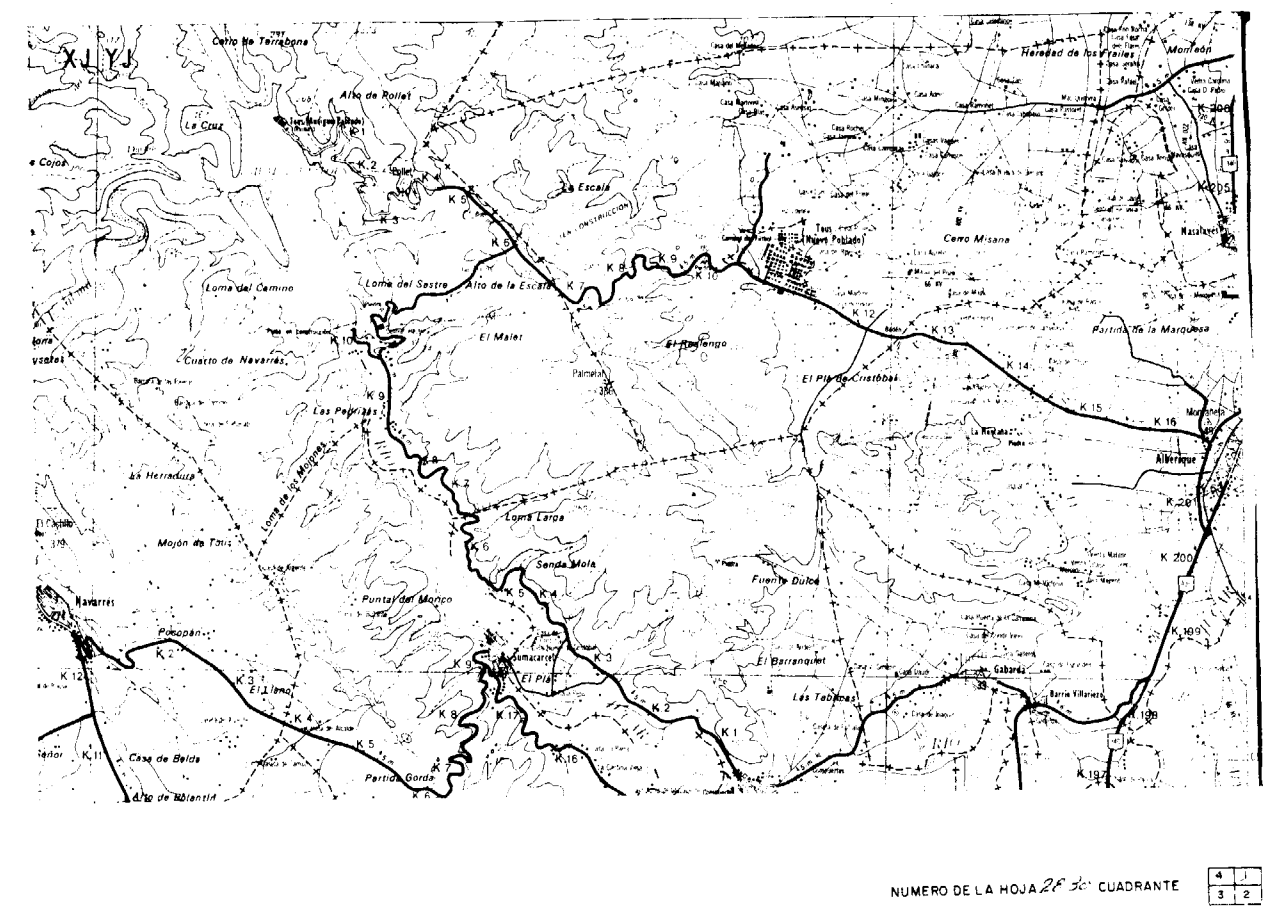


Figura 3b

1. En la cabecera de la página de datos se especifica el número de la hoja 1:50.000, según la numeración establecida por el Servicio Geográfico del Ejército, y el número del cuadrante representado en el mapa topográfico, así como las siglas de la empresa consultora y del especialista que realiza el trabajo. El resto de la página está constituido por cuatro secciones de 16 columnas cada una y un total de filas que permite registrar hasta 82 estaciones, una por fila.

- 6 Análisis petrológico de rocas ígneas y metamórficas.
- 7 Estudio de macropaleontología.
- 8 Estudio de micropaleontología.
- 9 Análisis sedimentológico.
- 10 Rayos X.
- 11 Espectrógrafo de masas.
- 12 Carbono 14.
- 13 Análisis químico.
- 14 Análisis Térmico Diferencial.
- 15 Microsonda.
- 16 Otros análisis.

Los encabezamientos de las 16 columnas son los siguientes:

Columnas

- 1 a 4 Número asignado a la estación realizada.
- 5 Fotografía. El especialista indicará con un 1 en esta columna la existencia de fotografías obtenidas en la estación correspondiente.

En las columnas 6 a 16, y para cada una de las estaciones, el especialista indica con un 1 en la casilla correspondiente los análisis que deben efectuarse sobre las muestras tomadas en la estación.

2. En el mapa topográfico se representan pun-



tualmente todas las estaciones registradas en la página de datos, figurando al lado de cada punto el número de la estación representada.

Las fichas MCC1 llegan al IGME, donde el supervisor comprueba y transcribe lo reflejado en la ficha a su propia hoja topográfica de control, con lo que además de saber en cualquier momento el número de muestras recogidas y su objeto, puede apreciar si la distribución de ellas en la Hoja es la idónea. Por último, fecha y pone el visto bueno, y remite la ficha al Centro de Cálculo, donde se numeran, contabilizan y registran, anotando las estaciones en la ficha M-7A. A continuación se determinan las coordenadas Lambert de las estaciones representadas en el topográfico. Posteriormente, en el Centro de Cálculo se reciben de nuevo las fichas, que se archivan manualmente y el listado, por duplicado, de las coordenadas obtenidas.

Uno de los listados se envía a la empresa que cumplimentó las fichas MCC1 y el otro queda en el Centro de Cálculo para incorporar las coordenadas a la ficha M-7A (fig. 4).

1.3.1.b. La ficha MCL2:

La ficha MCL2 para Control de Muestras (fig. 5) constituye una relación de los análisis y estudios realizados en laboratorio sobre cada muestra tomada en el campo.

En esta ficha pueden registrarse hasta 30 muestras, identificadas por el número de hoja 1:50.000, siglas de la empresa consultora, siglas del especialista que realizó la estación y número de la misma. Se especifica para cada muestra el tipo de preparación, y si se han hecho varias de un mismo tipo se les asignan números de orden consecutivos.

La ficha MCL2, que las empresas envían al IGME acompañando a las muestras estudiadas y los análisis correspondientes, consta de dos secciones: en la primera hay una serie de columnas análogas a las de la ficha MCC1 ya descrita, con los nombres de las distintas clases de estudios y análisis; el consultor indica con un 1 en la columna correspondiente el análisis o los análisis realizados sobre la muestra. La segunda sección corresponde a la supervisión del IGME, quien realiza en sus laboratorios sus propios análisis, indicando

en cada caso en las columnas correspondientes si sus resultados coinciden o difieren respecto a los obtenidos por las empresas, o bien si el estudio realizado por éstas es defectuoso.

El supervisor comprueba que todas las muestras relacionadas en la MCL2 se han recibido primero en la MCC1 (es decir, están situadas topográfica-

MCC1

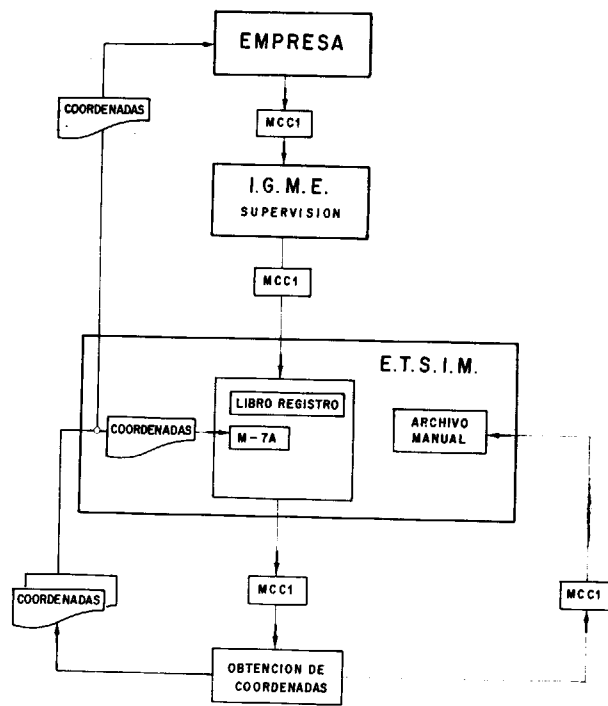


Figura 4

mente) y verifica que vienen acompañadas de sus correspondientes preparaciones y fichas de análisis o informes.

El IGME recibe la ficha MCL2 por triplicado; una de las copias la envía al Centro de Cálculo, donde el Equipo de Recepción hace una segunda verificación de que se ha recibido antes la MCC1.

Las otras dos fichas van, junto con preparaciones, análisis e informes, a sus laboratorios, como ya se dijo, para su revisión técnica y valoración de calidad del estudio realizado.



FICHA PARA CONTROL DE MUESTRAS

Table with columns for 'DATOS A RELLENAR POR EL CONSULTOR' and 'DATOS A RELLENAR POR EL IGME'. The first section includes 'Consult Referen', 'Nº de Hoja', and 'Enviada Fecha'. The second section includes 'RECIBIDA IGME', 'RECIBIDA REVISION', and 'TERMINADA REVISION'. Each section has a grid of 30 cells for data entry.

Main data table for 'MUESTRA TOMADA POR EL CONSULTOR' and 'ANÁLISIS Y ESTUDIOS REALIZADOS'. It has columns for sample details (Espec. que realiza la estación, Número de la Estación, Tipo de preparación, Nº de Orden) and 22 analysis categories (Petrogr., Sedimentolog., Micro., etc.). It includes a grid for recording analysis results and a 'REVISION IGME' section with 'Conforme'/'Diferente'/'Mal estudio' options for each category.

EL CONSULTOR

EL SUPERVISOR DEL PROYECTO

Figura 5



Posteriormente, el laboratorio entrega una de las fichas revisadas al supervisor, conservando la otra.

En el caso de que la muestra esté mal estudiada, se devuelve a la empresa para nuevo estudio y revisión, acompañada de un informe del laboratorio que se cursa a través del supervisor (fig. 6).

1.3.2. Codificación y Archivo.

Parte de la información contenida en las fichas soporte debe ser codificada antes de su paso a tarjetas perforadas. El Equipo de Recepción efectúa esta codificación con arreglo a códigos determinados en cada caso, y una vez efectuada la perforación archiva manualmente las fichas soporte.

Todas las fichas soporte de datos, después de su control, registro, codificación y perforación se

**MCL2**

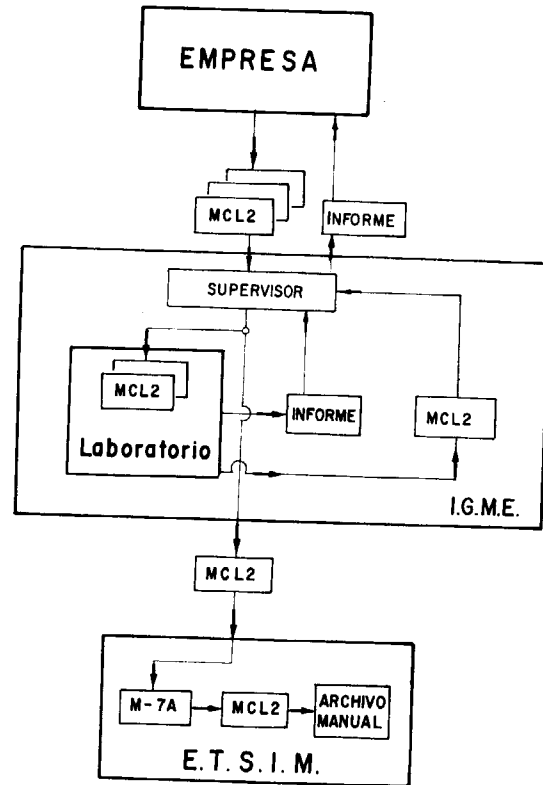


Figura 6

archivan manualmente, agrupándose por años, empresas y hojas 1:50.000, de manera que en caso necesario cualquier ficha pueda ser localizada inmediatamente para su comprobación. Así quedan constituidos los distintos archivos manuales para cada tipo de ficha soporte.

1.3.3. Contacto con las empresas colaboradoras.

El Equipo de Recepción mantiene a través del IGME un frecuente contacto con las empresas consultoras a fin de lograr la máxima coordinación en los trabajos, proporcionar las aclaraciones necesarias y dar a conocer las modificaciones introducidas para el mejor desarrollo del Proyecto. Asimismo, se encarga de la edición y distribución a las empresas de toda la documentación necesaria para realizar sus trabajos, como fichas soporte, libros de normativas, etc. Por último, envía mensualmente a las empresas las salidas de ordenador correspondientes al tratamiento de los datos suministrados por ellas, así como los listados de coordenadas Lambert de las estaciones que figuran en las fichas MCCI.

1.3.4. Conexión entre el Equipo de Recepción, el IGME y el Equipo de Informática Geológica de la Sección de Estudios de la E.T.S.I.M.

El Equipo de Recepción mantiene un contacto diario, facilitado por su proximidad, con el personal supervisor del Proyecto en el IGME. Ambos equipos, conjuntamente con el Equipo de Informática Geológica de la Sección de Estudios de la ETSIM, han colaborado estrechamente en el diseño de las fichas soporte, en el estudio y discusión de los programas más convenientes para el tratamiento de los datos, elaboración de normativas y, en general, en todas las actividades destinadas a la mejora de diversos aspectos del proyecto.

2. LOS ARCHIVOS DEL MAGNA.

Aparte de los archivos manuales de todos los tipos de fichas soporte, que se mencionan en el apartado 1.3.2., el Banco de Datos Geológicos está constituido por una serie de archivos procesables por ordenador que pueden clasificarse en dos grupos fundamentales: Archivos Documentales y Archivos de Información Científica.

**ARCHIVO DE ROCAS CARBONATADAS Y ARENISCAS**

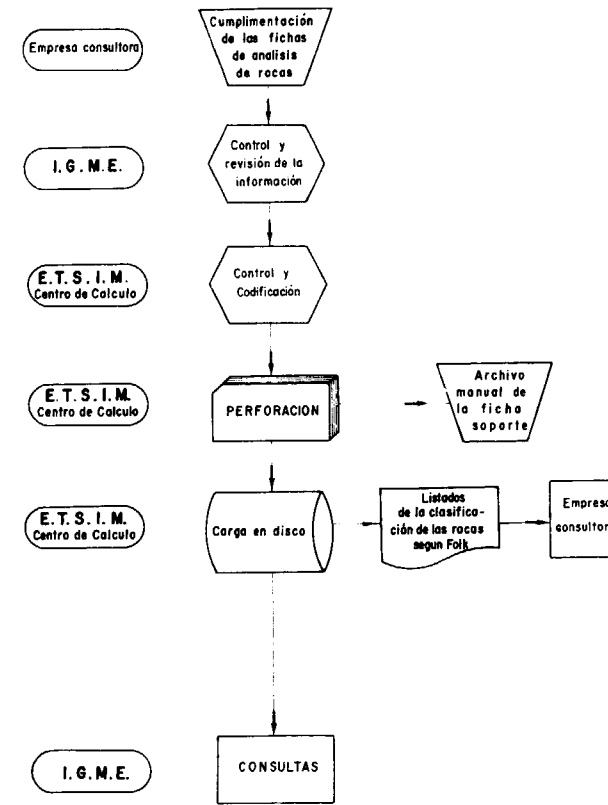


Figura 7

dibujo de curvas en el Archivo de Análisis Granulométrico, clasificación de rocas en los archivos de Rocas Carbonatadas y Terrígenas.

Los archivos de información científica pueden tratarse también como archivos documentales, en cuanto que es posible reproducir las fichas de datos originales.

2.1. ARCHIVO DE ROCAS CARBONATADAS Y TERRÍGENAS.

2.1.1. Finalidad.

El archivo de rocas carbonatadas y terrígenas recoge toda la información procedente de los análisis petrológicos de las muestras de calizas y areniscas que forman parte de la información complementaria del Plan MAGNA.

Su finalidad es, por una parte, guardar toda esta información que resume las características litológicas más típicas de un área determinada y, por otra, mediante los programas de clasificación incorporados, facilitar la labor de descripción petrográfica, estableciendo una normativa adecuada y ampliamente utilizada (Folk) así como la labor de interpretación ambiental, en base al significado genético de los tipos definidos por Folk.

2.1.2. Descripción de la ficha soporte de Análisis Petroológico de Calizas y Rocas Químicas (fig. 8).

Columnas

- 1 a 14 Identificación de la muestra.
- 1 a 4 Número de la hoja 1:50.000.
- 5 y 6 Siglas de la empresa consultora.
- 7 y 8 Especialista.
- 9 a 12 Número de la muestra.
- 13 Tipo de preparación.  
Se codificará con las letras según los casos:  
T - lámina transparente.  
L - levigado.  
P - probeta.
- 14 Número de orden cuando hay más de una preparación del mismo tipo.
- 15 a 18 Se rellenarán sólo en el caso de muestras procedentes de sondeos con la profundidad en metros y en este caso en las casillas 7 y 8 se emplearán las siglas S O.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Nº HOJA EMP. REG. Nº MUESTRA TA PROFUNDIDAD (m.)

**ANALISIS PETROLOGICO DE CALIZAS Y ROCAS QUIMICAS** MAGNA

TAMAÑO ALOQUIMICO  
 RUDITA 45 1. 1-2 mm  
 2. 2-4 mm  
 3. > 4 mm

BIOLITITA 46

LACUSTRE 47

TRAZAS

RECISTALIZACION (R) 48

DOLOMITIZACION (D) 49

SILICIFICACION (S) 50

ACCESORIOS (A)  
 1. GLAUCON 5g  
 2. OXIDOS Fe 8a  
 3. YESO 8c  
 4. SULFUROS 8d  
 5. ....  
 6. ....  
 7. ....

1. CUARZO 19  
 2. FELDESPAT 21  
 3. F. ROCAS 23  
 4a INTRACLAS. 25  
 4b OOLITOS 27  
 4c FOSILES 29  
 4d PELETS 31  
 5a MICRITA 33  
 5b DOLOMICRITA 35  
 5c ESPARITA 37  
 5d .....  
 5e .....  
 8 ARCILLAS 43

1 1-10 %  
 2 10-50 %  
 3 50-90 %  
 4 90-100 %

2. MUY FINA  
 3. FINA  
 4. MEDIA  
 5. GRUESA  
 6. MUY GRUESA

TAMAÑO DE GRANO (PHI) REDOND. FRACCIONES 6b 6d  
 MEDIO MAKI 61 MODA 65 GRAVA ARENA LIMO CO<sub>2</sub>Ca (CO<sub>2</sub>)CaMg 67 69 71 73 75 76

EDAD CODIGO EDAD INFORME PROCEDIMIENTO DE DATACION VALORACION

AMBIENTE OBSERVACIONES

INFORMACION ADICIONAL 41 42 48 80

Figura 8

- 19 a 24 Terrígenos: porcentajes de cuarzo, feldespato y fragmentos de rocas.
  - 25 a 32 Aloquímicos: porcentajes de intraclastos, oolitos, fósiles y pelets.
  - 33 a 38 Ortoquímicos: porcentajes de micrita, dolomicrita y esparita.
  - 39 a 42 Porcentaje de accesorios.
  - 43 y 44 Porcentaje de arcillas.
  - 45 Tamaño de rudita.
  - 46 Biolitita.
  - 47 Caliza lacustre.
  - 48 a 52 Recristalización.
  - 53 a 56 Dolomitización.
  - 57 Silicificación.
  - 58 a 60 Accesorios.
  - 61 a 64 Tamaño del grano.
  - 65 y 66 Redondeamiento.
  - 67 a 72 Porcentaje de las fracciones, grava, arena y limo.
  - 73 a 76 Calcimetría y complexometrías.
- 2.ª ficha del tren:
- 1 a 14 Identificación de la muestra.
  - 15 a 18 Profundidad en metros del sondeo.
  - 19 a 28 y 29 a 38 Edad de la muestra.
  - 39 Procedimiento de datación.
  - 40 Valoración de ese procedimiento.
  - 41 Existencia o no de información adicional.
  - 42 a 45 Número de control de la recepción.
- 2.1.3. Descripción de la ficha soporte de Análisis Petroológico de Areniscas (fig. 9).
- Columnas
- 1 a 14 Identificación de la muestra.
  - 1 a 4 Número de la hoja.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Nº HOJA EMP. REG. Nº MUESTRA TA PROFUNDIDAD (m.)

**ANALISIS PETROLOGICO DE ARENISCAS** MAGNA

TERRIGENOS %  
 1 CUARZO 19  
 2a FELDESPATO K 21  
 2b FELDESPATO Co No 23  
 3a FR. VOLCANICAS 25  
 3c FR. METAMORFICAS 27  
 3d FR. CALIZAS 29  
 3e FR. ARENISCAS 31  
 3f FR. PIZARRAS 33  
 3g FR. CHERT 35

ALOQUIMICOS (A)  
 4a INTRACLASTOS 1 A A %  
 4b OOLITOS 2 A A %  
 4c FOSILES 3 A A %  
 4d PELETS 4 A A %

ORTOQUIMICOS (O)  
 5a MATRIZ CAL. 1 O O %  
 5b CEM. CAL. 2 O O %  
 5c CEM. DOLO. 3 O O %

CEMENTOS (C)  
 7a CEM. FERRUG. 1 C C %  
 7b CEM. SILICEO 2 C C %  
 7c YESO 3 C C %

ACCESORIOS (A)  
 3h MICA NEGRA 1 A A %  
 3i MICA BLANCA 2 A A %  
 3j CLORITA 3 A A %  
 4g GLAUCONITA 4 A A %  
 7d PIRITA 5 A A %  
 8d MAT. ORGANICA 6 A A %  
 ..... 7 A A %  
 ..... 8 A A %

MATRICES (M)  
 6a M. CAOLINICA 1 M M %  
 6b M. SERICITICA 2 M M %  
 6c M. CLORITICA 3 M M %

FRACCIONES  
 GRAVA 60  
 ARENA 62  
 LIMO 64  
 ARCILLA 66  
 CO<sub>2</sub>Ca 68  
 (CO<sub>2</sub>)CaMg 70

TAMAÑO GRANO  
 MEDIO 72  
 MAXIMO 74

REDONDEAMIENTO  
 1ª MODA 76 77

OTROS ACCESORIOS  
 1. ....  
 2. ....  
 3. ....  
 4. ....

EDAD CODIGO EDAD INFORME PROCEDIMIENTO DE DATACION VALORACION

AMBIENTE OBSERVACIONES

INFORMACION ADICIONAL 41 42 48 80

Figura 9

- 5 y 6 Siglas de la empresa consultora.
  - 7 y 8 Especialista.
  - 9 a 12 Número de la muestra.
  - 13 Tipo de preparación.  
 Se codificará con las letras, según los casos:  
 T - lámina transparente.  
 L - levigado.  
 P - probeta.
  - 14 Número de orden cuando hay más de una preparación del mismo tipo.
  - 15 a 18 Se rellenarán sólo en el caso de muestras procedentes de sondeos con la profundidad en metros y en este caso en las casillas 7 y 8 se emplearán las siglas S. O.
  - 19 a 36 Terrígenos: porcentajes de cuarzo, feldespato y fragmentos de rocas.
  - 37 a 41 Accesorios.
  - 42 a 47 Aloquímicos.
  - 48 a 50 Ortoquímicos.
  - 51 a 53 Cementos.
  - 54 a 59 Matrices.
  - 60 a 71 Fracciones.
  - 72 a 75 Tamaño del grano.
  - 76 y 77 Redondeamiento.
- 2.ª ficha del tren:
- 1 a 14 Identificación de la muestra.
  - 15 a 18 Profundidad en metros del sondeo.
  - 19 a 28 y 29 a 38 Edad de la muestra.
  - 39 Procedimiento de datación.
  - 40 Valoración de ese procedimiento.
  - 41 Existencia o no de información adicional.
  - 42 a 45 Número de control de la recepción.
- 2.1.4. Proceso.
- El proceso de los datos de los análisis de rocas se efectúa de acuerdo con los criterios de clasificación de R. L. Folk.



ANÁLISIS PETROLÓGICO DE CALIZAS Y ROCAS QUÍMICAS		FICHERO MAESTRO				CONSULTA POR HOJA Y POR EDAD				PAG 0002													
N. HOJA = 2507		EDAD C 1 5				EDAD-1				EDAD-2													
HOJA EMP REC MUESTRA TA I	AD LV 0211	I S	SS	SR	SSR	P	SP	SSP	I	2	I	SS	SR	SSR	P	SP	SSP	I	2	I	TIPO DAT. VALO INFO	CODIGO FICHA 562	
ACCESORIOS		TERRIGENOS				ALQUÍMICOS				ORTOQUÍMICOS				FRACCIONES									
5	SULFUI	I	Q	IFELD.	IF.	ROC	I	INT.	IOOLIT	IFOSIC	PELETIMICR.	IDOMICIE	SPARIARCI.	I	TAMA.	ALOO.	I	RUDITA	I	IBIOI	ILACI	IDISMICI	
I. GRANO (PHI) REDOND.		RECRISTALIZACION				DOLOMITIZACION				SILICIF.				FRACCIONES									
I	MED.	I	MAX.	I	ROCA	I	ALOO.	I	ROCA	I	ALOO.	I	TEXTURAS	I	ROCA	I	IGRAVIARE	NILMOIC.	CAIC.	CAMGI	I	I	
I	I	I	110-50	I	110-50	I	110-50	I	110-50	I	110-50	I	110-50	I	110-50	I	110-50	I	110-50	I	110-50	I	I
HOJA EMP REC MUESTRA TA I		TERRIGENOS				ALQUÍMICOS				ORTOQUÍMICOS				FRACCIONES									
AD LV 0212	I	I	Q	IFELD.	IF.	ROC	I	INT.	IOOLIT	IFOSIC	PELETIMICR.	IDOMICIE	SPARIARCI.	I	TAMA.	ALOO.	I	RUDITA	I	IBIOI	ILACI	IDISMICI	
ACCESORIOS		TERRIGENOS				ALQUÍMICOS				ORTOQUÍMICOS				FRACCIONES									
I	I	I	7	I	25	I	13	I	47	I	8	I	1	I	1	I	1	1	I	1	1	I	
I. GRANO (PHI) REDOND.		RECRISTALIZACION				DOLOMITIZACION				SILICIF.				FRACCIONES									
I	MED.	I	MAX.	I	ROCA	I	ALOO.	I	ROCA	I	ALOO.	I	TEXTURAS	I	ROCA	I	IGRAVIARE	NILMOIC.	CAIC.	CAMGI	I	I	
I	I	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	I
HOJA EMP REC MUESTRA TA I		TERRIGENOS				ALQUÍMICOS				ORTOQUÍMICOS				FRACCIONES									
AD LV 0213	I	I	Q	IFELD.	IF.	ROC	I	INT.	IOOLIT	IFOSIC	PELETIMICR.	IDOMICIE	SPARIARCI.	I	TAMA.	ALOO.	I	RUDITA	I	IBIOI	ILACI	IDISMICI	
ACCESORIOS		TERRIGENOS				ALQUÍMICOS				ORTOQUÍMICOS				FRACCIONES									
I	I	I	12	I	8	I	79	I	1	I	1	I	1	I	1	I	1	1	I	1	1	I	
I. GRANO (PHI) REDOND.		RECRISTALIZACION				DOLOMITIZACION				SILICIF.				FRACCIONES									
I	MED.	I	MAX.	I	ROCA	I	ALOO.	I	ROCA	I	ALOO.	I	TEXTURAS	I	ROCA	I	IGRAVIARE	NILMOIC.	CAIC.	CAMGI	I	I	
I	I	I	110-50	I	110-50	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	150-90	I	I

Figura 10 a



Existen dos programas de clasificación: CAL74 para calizas y AREN74 para areniscas. Ambos programas están preparados para la detección automática de errores (depuración) tanto de perforación como en la codificación de los datos contenidos en las columnas de la ficha soporte. Si existe error de perforación o el código es incorrecto, no se efectuará la clasificación, escribiendo por impresora un mensaje que indica el error y su columna.

El programa de rocas calizas CAL74, tampoco efectuará clasificación cuando la suma de componentes aloquímicos y ortoquímicos de la roca sea igual a cero.

Si los componentes terrígenos codificados en las fichas de rocas calizas resultan superiores a un 50 por 100 escribe el mensaje siguiente: "No clasificable, componentes propios de rocas terrígenas".

Los listados con la clasificación de las rocas se envían mensualmente a las empresas que suministraron los datos.

El siguiente paso a realizar es la carga en disco de los datos. Para ello se utilizan los programas FARENA, que carga las fichas de areniscas, y FARANA, que carga las fichas de calizas.

La interrogación al archivo se efectúa por los conceptos siguientes:

- a) Número de Hoja 1/50.000.
- b) Edad o intervalo entre dos edades.
- c) Por a) y b) conjuntamente.

La respuesta a la consulta reproducirá los datos de las fichas correspondientes al tipo de consulta realizado, mediante los programas ROCASA, para calizas, y PETARE, para areniscas. Si se desea la clasificación correspondiente a esos datos, se utilizarán los programas CAL74 y AREN74 ya mencionados.

2.1.5. Consultas.

Se incluyen como ejemplo las salidas correspondientes a las consultas siguientes:

Archivo de Rocas Calizas.

Consulta por Hoja 1/50.000 y edad:

— Calizas del Aptiense en la Hoja 25-07.

La figura 10a es una página del listado correspondiente a la reproducción de los datos de las fichas soporte.



CAL74

2507 AD LV 211 T

ROCA ALOQUIMICA

TEXTURA MUY FINA

10 A 50 C/O RECRISTALIZACION

MUDITA

CON LIMO

ROCA TIPO II

CALIZA ALOQUIMICA MICROCRISTALINA

BIMODAL CON PELETS

CON INTRACLASTOS

2507 AC LV 212 T

ROCA ALOQUIMICA

TEXTURA FINA

10 A 50 C/O RECRISTALIZACION

ROCA TIPO I

CALIZA ALOQUIMICA ESPATECA

BIFELSPARITA

INTRACLASTICA

Figura 10 b

La figura 10b es una página del listado correspondiente a la clasificación de las rocas que se relacionan en el listado anterior.

Archivo de Rocas Areniscas.

Consulta por Hoja 1/50.000 e intervalo entre edades:

— Areniscas de la Hoja 10-41 entre el Plioceno y el Cuaternario.

Las figuras 11a y 11b corresponden a los listados de reproducción de los datos y de clasificación de las rocas, respectivamente.



N HOJA = 1041 ENTRE EDADES T B 2 Q

HOJA EMP REC MUESTRA TA I I	MTRS SOND I I	EDAD-1 I S SS SR SSR P SP SSP I 2 I I	EDAD-2 I S SS SR SSR P SP SSP I 2 I I	TIPO DAT. VALO INFO	CODIGO FICHA 0130
1041 AD FP 0034 T I		I T B 2	I T Q		
ACCESORIOS	TERRIGENOS			ALOQUIMICOS	
I 8 I I I I I I I I I I	I Q I FK I FCN I FRN I FRM I FRC I FRA I FRP I FCH I			I I I I I I I I I I	
I 2 I I I I I I I I I I	I 80 I 5 I I I I I I I I I I			I I I I I I I I I I	
ORTOQUI CEMENTOS	MATRICES			TAMANO	REDON.
I I I I I I I I I I I I	I I I I I I I I I I I I			I MED I MAX I I I I I I	I I I I I I I I I I
I I I I I I I I I I I I	I GRV I ARN I LIM I ARC I CCA ICCAMGI			I 23 I I I I I I	I I I I I I I I I I
I I I I I I I I I I I I	I I I 99 I I I I I I I I I I				

HOJA EMP REC MUESTRA TA I I	MTRS SOND I I	EDAD-1 I S SS SR SSR P SP SSP I 2 I I	EDAD-2 I S SS SR SSR P SP SSP I 2 I I	TIPO DAT. VALO INFO	CODIGO FICHA 0131
1041 AD FP 0047 T I		I T B 2	I T Q		
ACCESORIOS	TERRIGENOS			ALOQUIMICOS	
I I I I I I I I I I I I	I Q I FK I FCN I FRN I FRM I FRC I FRA I FRP I FCH I			I I I I I I I I I I	
I I I I I I I I I I I I	I 85 I 10 I 2 I I I I I I I I I I			I I I I I I I I I I	
ORTOQUI CEMENTOS	MATRICES			TAMANO	REDON.
I I I I I I I I I I I I	I I I I I I I I I I I I			I MED I MAX I I I I I I	I I I I I I I I I I
I I I I I I I I I I I I	I GRV I ARN I LIM I ARC I CCA ICCAMGI			I 23 I I I I I I	I I I I I I I I I I
I I I I I I I I I I I I	I I I 99 I I I I I I I I I I				

HOJA EMP REC MUESTRA TA I I	MTRS SOND I I	EDAD-1 I S SS SR SSR P SP SSP I 2 I I	EDAD-2 I S SS SR SSR P SP SSP I 2 I I	TIPO DAT. VALO INFO	CODIGO FICHA 0132
1041 AD FP 0060 T I		I T B 2	I T Q		
ACCESORIOS	TERRIGENOS			ALOQUIMICOS	
I I I I I I I I I I I I	I Q I FK I FCN I FRN I FRM I FRC I FRA I FRP I FCH I			I I I I I I I I I I	
I I I I I I I I I I I I	I 55 I 4 I I I I I I I I I I			I I I I I I I I I I	
ORTOQUI CEMENTOS	MATRICES			TAMANO	REDON.
I I I I I I I I I I I I	I I I I I I I I I I I I			I MED I MAX I I I I I I	I I I I I I I I I I
I I I I I I I I I I I I	I GRV I ARN I LIM I ARC I CCA ICCAMGI			I 23 I I I I I I	I I I I I I I I I I
I I I I I I I I I I I I	I I I 99 I I I I I I I I I I				





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

ARE74

1041 AD FP 34

ARENITA

SUBLITARENITA

CON FELDESPATOS

CON FRAG. ROCAS METAMORFICAS

=====

1041 AD FP 47

ARENITA

SUBARCOSA

CON FRAGMENTOS DE ROCAS

CON FELDESPATOS POTASICOS

=====

1041 AD FP 50

ARENITA

LITARENITA CON FELDESPATOS

CON MAS 25 X 100 CUARZO

FILARENITA

=====

1041 AD FP 56

ARENITA

LITARENITA CON FELDESPATOS

CON MAS 25 X 100 CUARZO

FILARENITA

=====

1041 AD FP 71

ARENITA

LITARENITA CON FELDESPATOS

CON MAS 25 X 100 CUARZO

FILARENITA

=====

Figura 11b

Las consultas por rocas calizas o areniscas pertenecientes a una hoja 1/50.000 dentro de una edad o intervalo entre edades, pueden hacerse también al Archivo Maestro. La respuesta en ese caso proporcionaría los números de control que permiten localizar cada ficha soporte y daría además toda la información relativa a cada muestra y a la estación donde fue obtenida (ubicación en litoteca, columna estratigráfica, coordenadas Lambert, etc.).

2.2. ARCHIVO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS.

2.2.1. Finalidad.

Con el fin de ayudar en la labor de interpretación ambiental de los datos de análisis granulométricos de rocas detríticas, realizada sobre las muestras tomadas en el campo, se han elaborado una serie de programas mediante los cuales se calculan una serie de parámetros e índices, de acuer-

ARCHIVO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

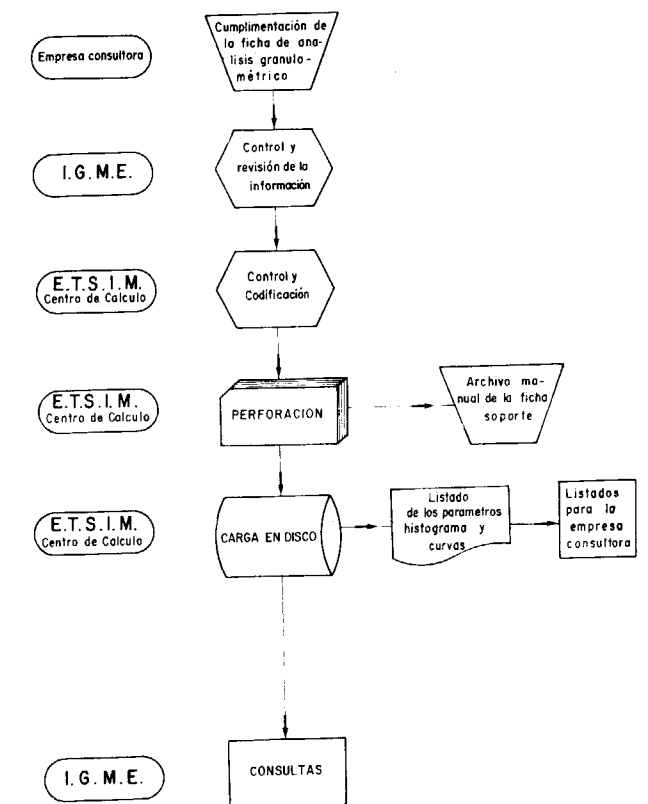


Figura 12



do con la metodología sedimentológica más en uso. Estos parámetros definidos por distintos autores, son esencialmente medidas de la forma de la curva granulométrica acumulada, permitiendo establecer grandes categorías o clases adscritas a cada uno de los diferentes medios sedimentarios.

2.2.2. Descripción de la ficha soporte (fig. 13).

Columnas

- 1 a 14 Identificación de la muestra.
- 1 a 4 Número de la Hoja 1:50.000.
- 5 y 6 Siglas de la empresa consultora.
- 7 y 8 Especialista.
- 9 a 12 Número de la muestra.
- 13 Tipo de preparación.
- 14 Si se hubieran hecho varias preparaciones del mismo tipo sobre la misma muestra, se las numeraría en esta casilla.

- 15 a 18 Se rellenarán sólo en el caso de muestras procedentes de sondeos, con la profundidad en metros, y en este caso, en las casillas 7 y 8 se emplearán las siglas S O.
- 19 a 22 Número de control de la recepción.
- 23 a 66 y 15 a 66 Grupos de cuatro casillas para los pesos de las distintas fracciones expresados en porcentaje de la muestra total. Para cada pesada se reservan 4 casillas a fin de poder expresar hasta las centésimas de gramo.
- 23 a 34 Gravas.
- 35 a 50 Arena muy gruesa.
- 51 a 66 Arena gruesa.
- 15 a 30 Arena media.
- 31 a 46 Arena fina.
- 47 a 62 Arena muy fina.
- 63 a 66 Limos más arcillas.

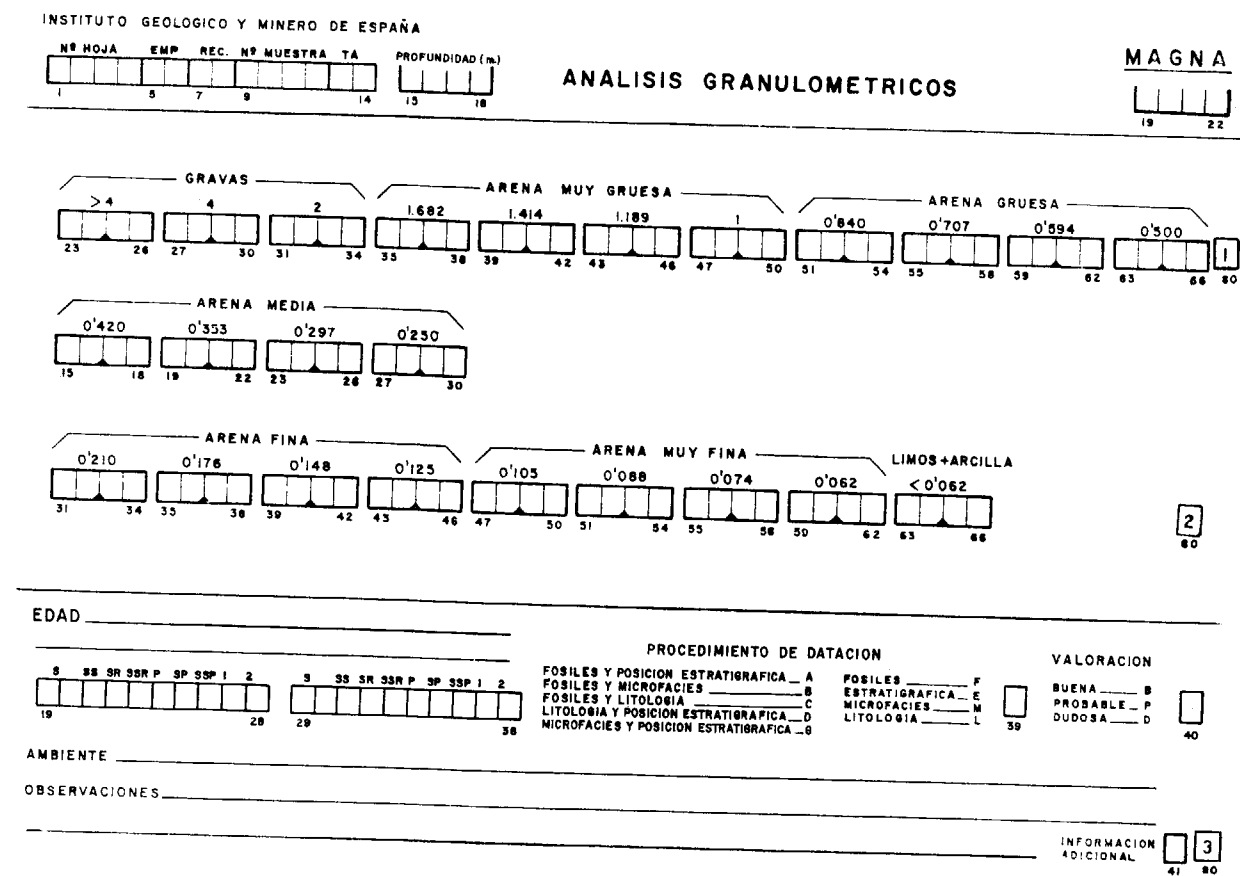


Figura 13

- 19 a 28 y 29 a 38 Codificación de la edad de la muestra según criterio del analista.
- 19 y 70 y 29 y 30. Codificación del sistema.
- 21 a 31 Codificación del subsistema.
- 22 y 32 Codificación de la serie.
- 23 y 33 Codificación de la subserie.
- 24 y 34 Codificación del piso.
- 25 y 35 Codificación del subpiso.
- 26 y 36 Codificación del subsubpiso.
- 27 y 28 y 37 y 38 Codificación de niveles.
- 39 Procedimiento de la datación.
- 40 Valoración.
- 41 Existencia de información adicional.

2.2.3. Proceso.

El proceso informático de los datos de análisis granulométricos consta de las fases siguientes:

- Carga en disco de las fichas.
- Depuración de errores.
- Consultas.

- Carga en disco de las fichas.

Se realiza por medio del programa GRANU 1 (consiste en una simple carga de fichas a disco).

- Depuración de errores.

Consta de dos programas, llamados GRADE 1 y GRADE 2.

GRADE 1. Depura los errores de los registros de datos que están ya clasificados en disco. Escribire los registros erróneos por impresora.

GRADE 2. Una vez corregidas las fichas erróneas detectadas por GRADE 1, se pasarán únicamente dichas fichas y mediante el programa GRADE 2 se detectarán los posibles errores. Si hubiese errores se volvería a pasar el programa haciendo un cambio de ficheros.

- Consultas.

Esta parte consta de un programa principal llamado AGRAN y dos subrutinas, YMON y CURVAS.

AGRAN realiza las siguiente operaciones y en el siguiente orden:

Interpola los percentiles correspondientes al 5, 16, 25, 50, 75, 84 y 95 por 100.

Con los datos de percentiles anteriores calcula los siguientes índices:

Sorting de FOLK y WARD (1957):

$$RR_1 = \frac{P_{84} - P_{16}}{4,0} + \frac{P_{95} - P_5}{6,6}$$

Skewness de FOLK y WARD (1957):

$$RR_2 = \frac{P_{84} - P_{16} + 20 \times P_{50}}{2,0 \times (P_{84} - P_{16})} + \frac{P_{95} - P_5 - 2 \times P_{50}}{2,0 \times (P_{95} - P_5)}$$

Kurtosis de FOLK y WARD (1956):

$$RR_3 = \frac{P_{95} - P_5}{2,44 \times (P_{75} - P_{25})}$$

Por último calcula el índice de clasificación de Friedman, basándose en el valor de la desviación típica phi (SEDEV 2) calculado por la subrutina YMON.

Subrutina YMON. Calcula los cuatro primeros momentos de la distribución, media, desviación típica, sesgo y Kurtosis para valores phi y aritméticos.

Subrutina CURVAS. Dibuja en impresora el histograma de frecuencias y la curva acumulada.

Se pueden realizar los siguientes tipos de consultas:

- a) Por número de hoja 1/50.000.
- b) Por una edad o por un período comprendido entre dos edades.
- c) Por a y b conjuntamente.

Se puede obtener como salida:

- 1) Impresión de los datos de las fichas correspondientes al tipo de consulta realizado.
- 2) Análisis, histograma y curva acumulada.
- 3) 1 y 2 conjuntamente.

La salida 2) se envía mensualmente a las empresas que suministraron los datos.

2.2.4. Consultas.

Se incluye como ejemplo el tipo de salida más completo: reproducción de los datos de la ficha soporte, cálculo de parámetros, histograma y curva acumulada, correspondiente a la consulta:

Por hoja 1/50.000 e intervalo entre edades:

- Análisis granulométricos de muestras de la hoja 07-07 entre el Plioceno y el Cuaternario.



Las figuras 14 a, 14 b y 14 c son tres páginas consecutivas del listado correspondientes a la misma muestra. En ellas se representan los datos de la ficha soporte (fig. 14 a), cálculo de los parámetros (fig.14 b) e histograma y curva acumulada (figura 14 c).

Las consultas por análisis granulométricos pertenecientes a una hoja 1/50.000 y edad o intervalo entre edades pueden hacerse también al Archivo Maestro. La respuesta daría los números de con-

2.3.2. Descripción de la ficha soporte (fig 15).

Columnas:

- 1 a 14 Identificación de la muestra.
- 15 a 20 y 21 a 26 Coordenadas Lambert de la estación.
- 27 y 28 Número de la columna estratigráfica.
- 29 Procedimiento de datación. Se rellenará con una letra de acuerdo con el código que figura en la ficha.

```
***** ANALISIS GRANULOMETRICO      FICHERO MAESTRO      CONSULTA POR HOJA Y POR EDAD ***** PAG 012 *****
* N. HOJA = 0707      ENTRE EDADES T      B 2      0
*
*****
* HOJA EMP REC MUESTRA TA 1  SOND  I  S  SS  SP  SSR  P  SP  SSP  I  2  I  I  S  SS  SR  SSR  P  SP  SSP  I  2  I  DAT. VALD INFO  FICHA
* I 0707 GI AH 1371 L1 I  I  T  B  2  I  I  I  Q
*
* GRAVAS      ARENA MUY GRUESA      ARENA GRUESA
* I MAYOR 4 I 4 I 2 I  I 1.682 I 1.414 I 1.189 I 1 I  I 0.840 I 0.707 I 0.574 I 0.500 I
* I 1 I 0.30 I  I 0.20 I 0.66 I 0.56 I 1.14 I  I 2.12 I 0.52 I 1.31 I 2.95 I
*
* ARENA MEDIA      ARENA FINA      ARENA MUY FINA      LIMOS+ARC
* I 0.420 I 0.353 I 0.297 I 0.250 I  I 0.210 I 0.176 I 0.148 I 0.125 I  I 0.105 I 0.088 I 0.074 I 0.062 I  I MENOR 0.062 I
* I 1.36 I 0.50 I 0.42 I 0.07 I  I 3.58 I 4.87 I 3.69 I 3.83 I  I 2.50 I 1.95 I 2.50 I 0.24 I  I 58.73 I
*
*****
```

Figura 14a

trol de cada ficha soporte y la información relativa a cada muestra y estación (ubicación en litoteca, coordenadas, etc.).

2.3. ARCHIVO DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS.

2.3.1. Finalidad.

El objeto de este archivo es recoger y ordenar toda la información relativa a la petrología de rocas ígneas y metamórficas suministrada por el Plan MAGNA tanto en lo que se refiere a su descripción macro como microscópica, edad y contexto geológico. Estos datos pueden ser utilizados tanto para seguir objetivamente las características litológicas de un plutón o serie metamórfica como para establecer correlaciones o hipótesis genéticas.

- 30 Valoración. Se rellenará con una letra de acuerdo con el código que figura en la ficha.
- 31 a 38 Código de la edad del mapa.
- 39 a 48 Código de la edad del informe.
- 49, 51, 52 Tipo de roca. Se rellenará con una X la casilla que corresponda al tipo de roca analizada.
- 50 En el caso de roca ígnea se rellenará con una letra de acuerdo con el código que figura en la ficha.
- 53 a 55 En el caso de rocas metamórficas se rellenará con letras según el tipo o tipos de metamorfismo observado y de acuerdo con el código que figura en la ficha.

ANALISIS GRANULOMETRICOS - MAGNA

```
0707GTAH3371L1 0089
-----
TAMIZ MM      MAYOR 4      2.000      1.682      1.414      1.189      0.841      0.707      0.595      0.500      0.420
TAMIZ PHI      MENOR -2      -2.000      -0.750      -0.500      -0.250      0.250      0.500      1.000      1.250
FREC. ACU.      0.000      0.300      0.660      0.560      1.140      2.120      3.100      4.980      6.360
FREC. ACU.      0.000      0.300      0.660      0.560      1.140      2.120      3.100      4.980      6.360
TAMIZ MM      0.354      0.297      0.250      0.210      0.177      0.149      0.125      0.105      0.063
TAMIZ PHI      1.500      1.750      2.000      2.250      2.500      2.750      3.000      3.250      3.500
FREC. ACU.      0.500      0.420      0.070      0.358      0.870      3.690      3.830      2.500      4.000
FREC. ACU.      11.620      12.040      18.110      21.690      26.560      30.250      34.080      38.530      41.270
MEN. -06      0.063      4.000      58.730      0.000      41.270      0.000
```

PARAMETROS CALCULADOS PARA LA FRACCION ENTRE 4.0 Y 0.062 MM

MOMENTOS ARITMETICOS

MEDIA 0.3705    DESV. TIPICA 0.4007    SESGO 3.0925    KURTOSIS 16.5067

MOMENTOS PHI

MEDIA 1.9629    DESV. TIPICA 1.1435    SESGO -0.6838    KURTOSIS 2.8171

PERCENTILES PHI

Q5 0.13    Q16 1.79    Q25 2.29    Q50 0.00    Q75 0.00    Q84 0.00    Q95 0.00

SORTING GRAFICO DE FOLK Y WARD (1957) = -0.467

SKEWNESS GRAFICO DE FOLK Y WARD (1957) = 1.000

KURTOSIS GRAFICA DE FOLK Y WARD (1957) = 0.024

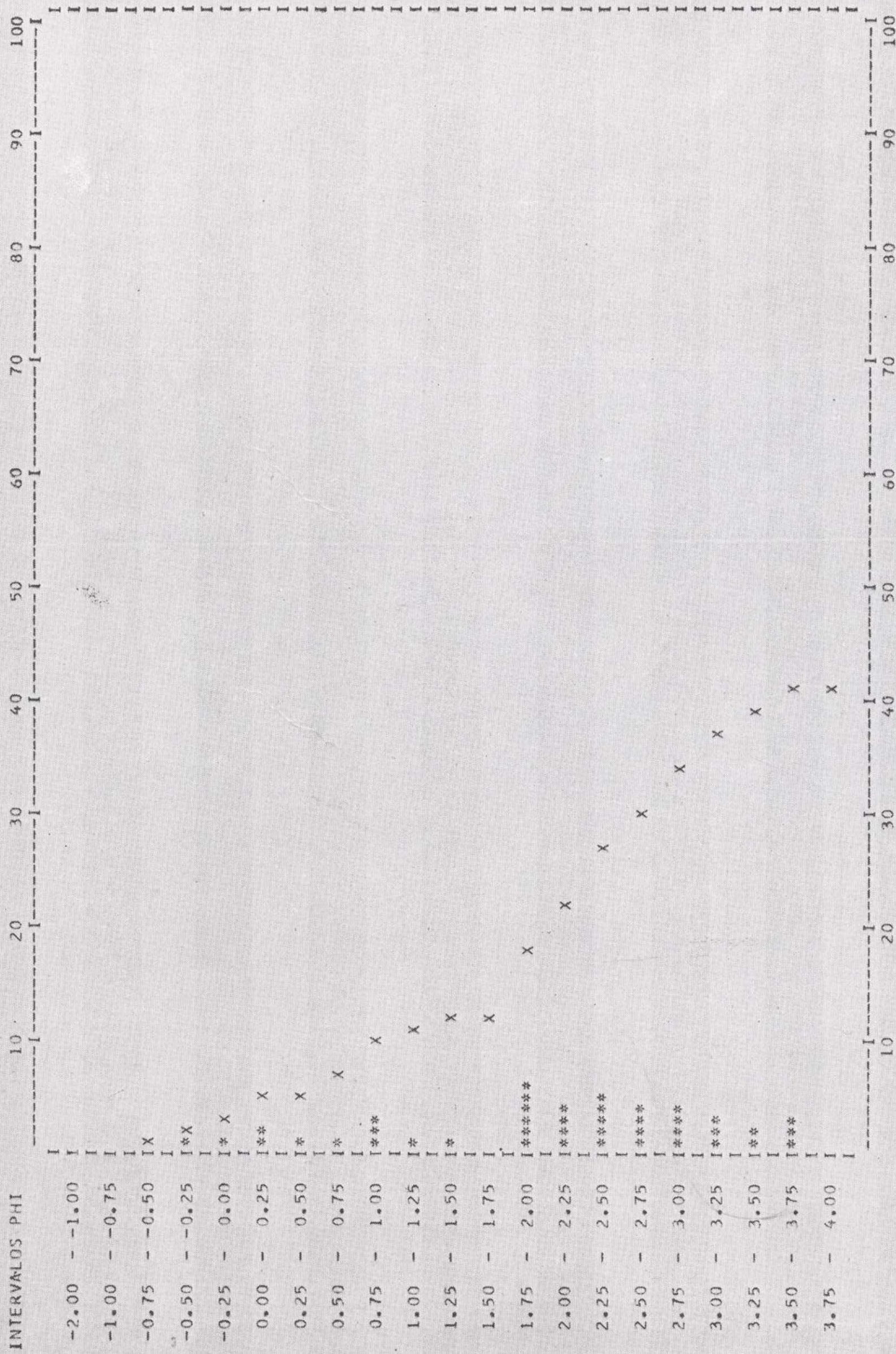
CLASIFICACION SEGUN FRIEDMAN (1962) = MODERADAMENTE CLASIFICADA

Figura 14b



0707GTAH3371LI 0089

HISTOGRAMA Y CURVA ACUMULADA



TODAS LAS FRECUENCIAS ESTAN REDONDEADAS A SU ENTERO MAS PROXIMO

Figura 14c



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA  
MAGNA

ANÁLISIS PETROOLÓGICO DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS

NOVA: [ ]

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: MUNICIPIO [ ] PROVINCIA [ ] CLASIFICACIÓN EFECTUADA POR: [ ] FECHA: [ ]

DATOS DE CAMPO: LATITUD [ ] LONGITUD [ ] ALTURA [ ]

CONDICIONES DE YACIMIENTO Y CONTEXTO GEOLOGICO: [ ]

EDAD: [ ]

PROCEDIMIENTO: [ ] VALORACIÓN: [ ]

TIPUS DE PREPARACIÓN Y ESTUDIO: [ ]

ESTUDIO MICROSCÓPICO: [ ]

GRADUACIÓN: [ ]

OBJETIVOS: [ ]

TIPO DE ROCAS: [ ]

Figura 15

Los demás apartados de la ficha se cumplimentarán según las cabeceras respectivas y siguiendo las normas de las "Instrucciones para cumplimentar los informes de laboratorio".

2.3.3. *Proceso.*

Actualmente el Archivo de Rocas Ígneas y Metamórficas es un archivo manual. El proceso por ordenador de los datos se encuentra en fase de estudio.

2.4. ARCHIVO PALEONTOLÓGICO.

2.4.1. *Finalidad.*

La finalidad del Archivo Paleontológico es recoger y ordenar toda la información paleontológica suministrada por el Plan MAGNA, relacionándola con su contexto litológico y cronología atribuida.

Esta información puede recuperarse de acuerdo con distintos criterios de selección con el fin de establecer correlaciones, dataciones e interpretaciones ambientales.

2.4.2. *Descripción de la ficha soporte (fig. 16).*

Columnas

- 1 a 14 Identificación de la muestra.
- 15 a 18 Profundidad en metros del sondeo.
- 19 a 28 y 29 a 38 Código de la edad dada por el paleontólogo.
- 39 Procedimiento de datación. Se rellenará con una letra con arreglo al código que figura en la ficha.
- 40 Valoración. Se reilenará con una letra de acuerdo con el código que figura en la ficha.
- 41 Se rellenará con un uno en el caso de tratarse de una muestra especialmente interesante.
- 42 a 77 y 19 a 71 Código de la lista fosilífera según grupo, familia, género y especie.

2.4.3. *Proceso.*

El Archivo Paleontológico es por el momento un archivo manual, estando en fase de estudio los programas para su tratamiento por ordenador.

2.5. ARCHIVO BIBLIOGRÁFICO.

2.5.1. *Finalidad.*

El Archivo Bibliográfico tiene por objeto almacenar y hacer tratable por ordenador toda la bibliografía consultada en la confección del Mapa Geológico Nacional, y la procedente de los archivos del Programa Nacional de Investigación Minera.

Se incorpora a este archivo el concepto de *palabra clave* con el fin de facilitar al usuario la selección de toda la bibliografía que haga referencia a un tema determinado.

La lista de palabras clave comprende cada uno de los campos de las Ciencias de la Tierra, y una división en temas generales de cada campo.



**MAGNA**

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INFORME PALEONTOLOGICO

NO HOJA	EMP.	REC.	NO MUESTRA	TA					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

LITOLOGIA :	GRUPO	FAM.	GEN.	ESPECIE
FOBILES :	42			
	51			
	60			
	69			
	19			
	28			
	37			
	46			
	55			
	64			
	19			
	28			
	37			
	46			
	55			
	64			

EDAD \_\_\_\_\_

PROCEDIMIENTO DE DATACION

CODIGO EDAD INFORME S SS SR SSP P SP SSP I 2 19 21 28 29 31 38	FOSILES F ESTRATIGRAFICA E MICROFACIES M LITOLOGIA L	FOSILES Y POSICION ESTRATIGRAFICA A FOSILES Y MICROFACIES B FOSILES Y LITOLOGIA C LITOLOGIA Y POSICION ESTRATIGRAFICA D MICROFACIES Y POSICION ESTRATIGRAFICA G	VALORACION BUENA B PROBABLE P DUDOSA D
--	---	---	---

AMBIENTE \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

INFORMACION ADICIONAL

Figura 16

2.5.2. Descripción de la ficha soporte (fig. 18).

Los conceptos a cumplimentar son los siguientes:

Número de referencia (particular según la organización de la empresa que cumplimenta la ficha).

Entidad: Organismo o empresa de cualquier tipo que facilita la información bibliográfica.

Proyecto: Proyecto del IGME para el cual se facilita la información.

Fecha: Fecha correspondiente al día en que la información es fichada.

Columnas

- 1 a 6 Número de control de la recepción.
- 7 a 79 y 7 a 73 Autor/título de la obra. Apellidos y nombre del autor, a continuación el título de la obra, artículo o informe
- 74 a 76 Año. Año de publicación del trabajo, o si fuera inédito, el de su terminación (tres últimas cifras).

- 77 a 79 Editor, título de la revista o de la edición. En caso de libros, es la editorial. Si se trata de publicaciones en revista, es el nombre de la revista correspondiente. Se codifica mediante tres caracteres numéricos asignados a los distintos editores o títulos según se vayan recibiendo.
- 7 a 9, 10 a 12 y 13 a 15 Lugar o biblioteca en donde se encuentra depositado el documento. Se codifica mediante tres caracteres numéricos asignados a las distintas ubicaciones que se vayan recibiendo. Se pueden codificar hasta tres ubicaciones.
- 16 a 18, 19 a 21 y 22 y 23 Tomo, volumen, número. Que servirá para identificar el trabajo.
- 24 a 27 Primera página. Número de la página a partir de la cual se encuentra la información a la que se hace referencia.
- 28 a 31 Última página. Número de la página en la que finaliza el trabajo.

ARCHIVO BIBLIOGRAFICO

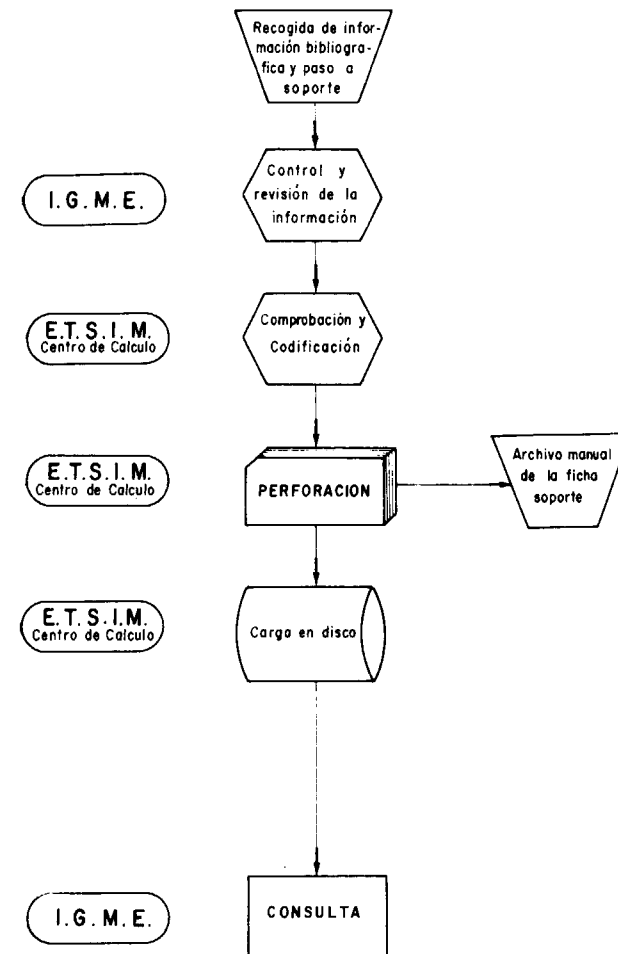


Figura 17

7 a 76 Palabras Clave. Permite localizar la información según su contenido. Estas palabras clave se codifican según una lista en la que se distinguen tres niveles desde el muy general al más detallado.

La elección de las palabras clave es de fundamental importancia para la mejor explotación del archivo; en este sentido, se está estudiando la revisión de la lista de palabras clave utilizada hasta el momento y la posibilidad de adaptarse a los criterios que a este respecto se siguen en los archivos bibliográficos de los países europeos.

2.5.3. Revisión y archivo de las fichas bibliográficas.

Las fichas bibliográficas se archivan manualmente por orden alfabético de autores. A la recepción de cada ficha, se comprueba si la obra reseñada en ella figura ya en el archivo. Si no es así, se codifica y perfora; la ficha soporte se archiva y la ficha perforada se carga en disco. Si existe ya una ficha con la misma obra se compara con la nueva, y si ésta contiene información adicional se incorpora esa información a la ficha primitiva para ser perforada y cargada posteriormente.

2.5.4. Proceso.

El sistema programado consta de dos programas básicos: IGM-11, de carga y actualización, y IGM-16, de consulta.

IGM-11. Sirve para cargar la totalidad del fichero en disco, así como para añadir nuevos registros e incluir datos adicionales en los registros ya cargados.

IGM-16. Selecciona los registros que responden a las condiciones impuestas en la consulta. Las consultas al archivo podrán efectuarse por los siguientes conceptos: Unidad Geológica, Provincia, Hoja 1/200.000, Hoja 1/50.000 y Palabra Clave, y por cualquier combinación de estos conceptos unidos por los operadores "Y" y "O". El operador "Y" obliga a que todos los conceptos que relaciona figuren simultáneamente en la bibliografía respuesta, mientras que el operador "O" permite la salida de obras en las que figure al menos uno de los conceptos relacionados.

Por ejemplo, la respuesta a la consulta *Tectónica* "Y" (Unidad Geológica 09 "O" 05) será una serie

- 32 a 39 Unidad geológica. Zona geológica dentro de la que está situada la obra. Se pueden codificar hasta cuatro.
- 40 a 47 Provincia. Provincia/s dentro de la que queda situado el trabajo. Se pueden codificar hasta cuatro.
- 48 a 63 Hoja 1/200.000. Número de la hoja según la numeración del Servicio Geográfico del Ejército. Se pueden codificar hasta cuatro.
- 64 a 79 Hoja 1/50.000. Número de la hoja. Se pueden codificar hasta cuatro.



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

**FICHA BIBLIOGRAFICA**

Nº REFERENCIA

ENTIDAD      PROYECTO      FECHA

1 2 3 4 5 6

AUTOR / TITULO, ARTICULO, PROYECTO

(CONTINUACION) AUTOR / TITULO, ARTICULO, PROYECTO      AÑO

EDITOR, TITULO DE LA REVISTA O DE LA EDICION

UBICACION

TOMO VOL. Nº 1ª PAGINA ULT. PAGINA      UNIDAD GEOLOGICA      PROVINCIA (SIGLAS JEF. YRAF.)      N. 1/200.000

M. 1/50.000

OBSERVACIONES:

1 2 3 4 5 6

PALABRAS CLAVE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Figura 18

de obras en las que figurará siempre la palabra clave Tectónica, y las unidades geológicas 09, ó 05, o ambas a la vez.

El empleo de los operadores permite obtener en una sola consulta, con economía de tiempo, lo que de otra forma requeriría varias consultas por separado; por ejemplo: Bibliografía sobre (Palabras Clave *Sedimentología* "Y" *Microfauna*) "Y" (Hoja 1/200.000, 07-06 "O" 07-07) "O" (Provincia *Valencia* "O" *Teruel*), etc.

Cuando en la consulta interviene el concepto *palabra clave*, hay que tener en cuenta que ésta consta de tres niveles; el primer nivel, más general, comprende a los otros dos, y el segundo al tercero, que es el más específico. Al preguntar, por ejemplo, por PALEONTOLOGIA, la consulta puede hacerse de dos formas: una que dé como respuesta únicamente las obras en las que figura explícitamente la palabra clave PALEONTOLOGÍA, y otra en la que pueden obtenerse además todas las obras en las que figuran palabras clave de cualquiera de los subniveles de PALEONTOLOGÍA.

2.5.5. Consultas.

Se incluye como ejemplo una página de cada uno de los listados correspondientes a las consultas siguientes:

Por Palabra Clave y Provincia:

— Bibliografía sobre el Cretácico en la provincia de Santander (fig. 19).

Por dos Palabras Clave:

— Bibliografía sobre Microfauna del Carbonífero (fig. 20).

Por Palabra Clave y Hoja 1/200.000:

— Bibliografía sobre el Precámbrico de la Hoja 02-03 (fig. 21).

Los números que figuran en los listados bajo las cabeceras EDITOR y UBICACIONES, corresponden al código utilizado para identificar el editor o título de la revista y su ubicación. Las figuras 22 y 23 representan una página del código de editores y de ubicaciones, respectivamente.



ARCHIVO BIBLIOGRAFICO MAGNA

CONSULTA 31

\*\*\*\*\*  
 REFERENCIA  
 AUTOR/TITULO,ARTICULO,PROYECTO  
 \*\*\*\*\*

020414 RAT,P/LES PAYS CRETACES BASCO-CAMTARIQUES

ANNO	EDITOR	UBICACIONES	TOMO	VOL	NUM	PPAG	UPAG	U.GEOG.	PROVINCIA	HOJA
959	208	21 38	17	18	1	525	03 05 06	SS VI BI S	0501 0702 0502 0601	200

HOJA 50  
 PALABRAS CLAVE

2004 1905 2005 1904

TERCIARIO  
 GEOMORFOLOGIA  
 SEDIMENTOLOGIA

SECUNDARIO  
 PALEOMORFOLOGIA  
 ROCAS SEDIMENTARIAS

CRETACICO  
 PALEOTECTONICA

\*\*\*\*\*  
 REFERENCIA  
 AUTOR/TITULO,ARTICULO,PROYECTO  
 \*\*\*\*\*

030064 RAMIREZ DEL POZO,J/BIOSTRATIGRAFIA Y MICROFACIES JURASICO Y CRETACICO NORTE DE ESPANA

ANNO	EDITOR	UBICACIONES	TOMO	VOL	NUM	PPAG	UPAG	U.GEOG.	PROVINCIA	HOJA
971	142	73 38	17	78	1	357	05 06 04	VI BI S BU	0502 0602 0603 0401	200

HOJA 50  
 PALABRAS CLAVE

2104

ESTRATIGRAFIA  
 JURASICO  
 PALEONTOLOGIA

SECUNDARIO  
 PALEOGEOGRAFIA  
 FORAMINIFEROS

CRETACICO  
 BIBLIOGRAFIA DE METODOLOGIA  
 BIOSTRATIGRAFIA

\*\*\*\*\*  
 REFERENCIA  
 AUTOR/TITULO,ARTICULO,PROYECTO  
 \*\*\*\*\*

020531 FEVILLE,P./LES CALCAIRES BIOGENIQUES DE L'ALBIEN ET DU CENOM.PYRENE CANT.PROB.D'ENVI.SEDIMENT

ANNO	EDITOR	UBICACIONES	TOMO	VOL	NUM	PPAG	UPAG	U.GEOG.	PROVINCIA	HOJA
971	597		9		277	311	05 06	S BI NA BU	0602 0702	200

HOJA 50  
 PALABRAS CLAVE

CRETACICO

PALEOECOLOGIA

PALEOGEOGRAFIA

\*\*\*\*\*

Figura 19



ARCHIVO BIBLIOGRAFICO MAGNA

CONSULTA 28

\*\*\*\*\*

REFERENCIA

AUTOR/TITULO, ARTICULO, PROYECTO

020075 GARCIA LOYGORRI ET AL. / EL CARBONIFERO EN LA CUENCA CENTRAL DE ASTURIAS

ANNO	EDITOR	UBICACIONES	TOMO	VOL	NUM	PPAG	UPAG	U.GEOG.	PROVINCIA	HOJA
971	213	17		3	101	150	03	0	04-02	200
HOJA 50										
PALABRAS CLAVE										

CARBONIFERO  
MICROFAUNA

FLORA

MACROFAUNA

\*\*\*\*\*

REFERENCIA

AUTOR/TITULO, ARTICULO, PROYECTO

020082 HIGGINS./CONDONT BIDST.DEV.CARB.SOUTH CENTRAL CANTABRIAN CORDILLERA

ANNO	EDITOR	UBICACIONES	TOMO	VOL	NUM	PPAG	UPAG	U.GEOG.	PROVINCIA	HOJA
971	213	59		3	179	192	03 04			200
HOJA 50										
PALABRAS CLAVE										

ESTRATIGRAFIA  
CRONOESTRATIGRAFIA  
BIOESTRATIGRAFIA

CARBONIFERO  
MICROFAUNA

DEVONICO  
CONDONTOS

\*\*\*\*\*

REFERENCIA

AUTOR/TITULO, ARTICULO, PROYECTO

020095 LYS ET SERRE/CONTRIBUTION A LA CONNAIS DES MICROFA DU PALEZ ETUD DANS LE CARB

ANNO	EDITOR	UBICACIONES	TOMO	VOL	NUM	PPAG	UPAG	U.GEOG.	PROVINCIA	HOJA
958	179	17		6	379	916		0		200
HOJA 50										
PALABRAS CLAVE										

CARBONIFERO

MICROFAUNA

\*\*\*\*\*



ARCHIVO BIBLIOGRAFICO MAGNA

CONSULTA 29

\*\*\*\*\*  
 REFERENCIA  
 \*\*\*\*\*  
 AUTOR/TITULO, ARTICULO, PROYECTO  
 \*\*\*\*\*

060005 FERRAGNE, A. /LE PRECAMBRIEN ET LE PALEOZOIQUE DE LA PROVINCE D'ORENSE

ANNO	EDITOR	UBICACIONES	TOMO	VOL	NUM	PPAG	UPAG	U.GEOG.	PROVINCIA	HOJA
972	210	87	33	339	1	249	01	OR	0203	0204 0303

HOJA 50  
 PALABRAS CLAVE

PRIMARIO  
 LAMINA DELGADA  
 ROCAS CRISTALINAS  
 PRECAMBRICO  
 MICROSCOPIA  
 ROCAS SEDIMENTARIAS  
 GEOLOGIA HISTORICA  
 MINERALOGIA

\*\*\*\*\*  
 REFERENCIA  
 \*\*\*\*\*  
 AUTOR/TITULO, ARTICULO, PROYECTO  
 \*\*\*\*\*

060007 FLOOR, P. /LOS METASEDIMENTOS Y GNEISES GRANITICOS ANTE-HERCINIANDS.

ANNO	EDITOR	UBICACIONES	TOMO	VOL	NUM	PPAG	UPAG	U.GEOG.	PROVINCIA	HOJA
966	127	87	57	38	36	223	234	1	PO C	0203 0103 0102

HOJA 50  
 PALABRAS CLAVE

PRIMARIO  
 MICROSCOPIA  
 ROCAS SEDIMENTARIAS  
 PRECAMBRICO  
 METAMORFICAS  
 HERCINICO  
 LAMINA DELGADA  
 PLUTONICAS

\*\*\*\*\*  
 REFERENCIA  
 \*\*\*\*\*  
 AUTOR/TITULO, ARTICULO, PROYECTO  
 \*\*\*\*\*

2-1436 WALTER, R. /DIE UNTERSCHIEDLECHE ENTRICKLUNG DES ALT-PALAO ZOIKUNS OSTLICH UND WESTLICH DES KRISTALLINS VON V  
 IVERO-LUGO NORDWEST-SPANIEN

ANNO	EDITOR	UBICACIONES	TOMO	VOL	NUM	PPAG	UPAG	U.GEOG.	PROVINCIA	HOJA
965	157	38		12	740	753	01 02	PO LU OR LE	0203 0202 0302 0303	

HOJA 50  
 PALABRAS CLAVE

ESTRATIGRAFIA  
 ROCAS CRISTALINAS  
 PRECAMBRICO  
 TECTONICA O GEOLOGIA-ESTRUCTUR  
 GEOLOGIA GENERAL O REGIONAL

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Figura 21



1	ABHANDLUNGEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND LITERATUR
2	ABHANDLUNGEN DER DEUTSCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTENZ - BERLIN
3	ABHANDLUNGEN DER GEOLOGISCHEN LANDESANST. IN BADEN-WURTEMBERG
4	ABHANDLUNGEN DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GOTTINGEN
5	ABHANDLUNGEN DER HESSISCHEN LANDESANST. FÜR BODENFORSCHUNG
6	ABHANDLUNGEN DER SACHSENBERGISCHEM NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
7	ACTA GEOLOGICA FAC. CIENCIAS UNIVERSIDAD DE BARCELONA
8	ACTAS DE LA SOC. LINGNEVE DE BORDEAUX
9	A.E.C.U.A. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL ESTUDIO DEL CUATERNARIO-BARCELONA
10	AFOROS M.O.P. DIRECCIÓN GRAL DE OBRAS HIDRAULICAS
11	ANNALES DE LA FAC. SC. UNIV. DE CLERMONT FERRAND
12	ANNALES JUNTA DE AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS
13	ANNALES DE MINAS REVISTA MINERIA
14	ANNS. SCIENT. UNIV. DE BESANCON
15	ANNS. SOCIETE GEOL. BELGIQUE
16	ANNS. SOC. GEOL. NORD. LILLE FRANCIA
17	ANNS. UNIV. LYON
18	ANAL. UNIV. SARAY
19	ANNALES DE CIENCIAS NATURALES MADRID
20	ARRADONA - SABADELL REVISTA DEL MUSEO DE LA CIUDAD DE SABADELL
21	ASKANIA - WARTEN BERLIN
22	ATTI DELLA ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCETI
23	REIHEFTE ZUM GEOLOGISCHEN JAHRBUCH HANNOVER
24	BERICHTE DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT ZU FREIBURG
25	BERICHT - NEUE FOLGE. NATURWISSENSCHAFTLICHE ABTEILUNG
26	BULETIN DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA
27	BULETIN BIBLIOG. MENSJAL CENTRO FRANCES DOCUMENTACION TECNICA CLAUDE COLIN
28	BULETIN DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE LISBOA
30	BULETIN COMISION MAPA GEOLOGICO DE ESPANA

Figura 22

## 2.6. ARCHIVO MAESTRO.

### 2.6.1. Finalidad.

El Archivo Maestro ha sido creado para reunir en forma global toda la información obtenida sobre muestras, fotografías y columnas estratigráficas en la confección de cada hoja 1:50.000 del Mapa Geológico Nacional.

Parte de dicha información vendrá reflejada directamente en el Archivo (por ejemplo, coordenadas, edad de la muestra). En los demás casos, el Archivo indicará la existencia de una información determinada y el documento donde se encuentra, así como la existencia de muestras o preparaciones y su ubicación en Litoteca. Se trata, pues, de un archivo documental.

Los datos que suministra el Archivo Maestro son los siguientes para cada estación:

- Identificación de la estación.
- Coordenadas Lambert de la estación.
- Ubicación en litoteca de la muestra o muestras.

### CODIFICACION DE LAS UBICACIONES

1	AGROMAN
2	AUXINI
3	B.R.G.M.
4	Camara oficial Minera de Córdoba
5	Camara oficial Minera de Vizcaya
6	Centro de Estudios Hidrológicos
7	Consejo Superior de Investigaciones Científicas. C.S.I.C.
8	CIEPSA
9	CIPSA
10	Colegio de Ingenieros Civiles de España.
11	Comisaria de Aguas
12	Consejo de Minería
13	COPARESC
14	COPISA
15	Dirección General de Minas
16	EDES
17	Empresa Nacional ADARO
18	E.N. Calvo Sotelo
19	E.N.P.A.S.A.
20	E.N.P.E.N.S.A.
21	Escuela de Minas de Madrid
22	Escuela de Minas de Oviedo
23	ESSO IBERIA
24	EROPISA
25	EXMINESA
26	Fac. SC. Dyon
27	Fac. SC. Toulouse
28	GEOPROSCO
29	Geotecnia y Cimientos
30	HENING
31	Hidrocarburos
32	Huarte y Cia.
33	IBERGESA
34	Institut der Universiteit Münster.
35	Institut Franc. du Petrol.
36	Institut Geol. Jura
37	Instituto del Hierro y del Acero.

Figura 23

- Fichas e informes de los análisis realizados.
- Existencia de fotografías.
- Columna estratigráfica a que pertenece.
- Ensayos especiales realizados.
- Edad de la estación según su posición en el mapa geológico.

### 2.6.2. Descripción de la ficha soporte (fig. 25).

#### Columnas

- 1 a 15 Identificación de la muestra o estación.
- 1 a 4 Número de la hoja 1:50.000.
- 5 - 6 Siglas de la empresa consultora.
- 7 - 8 Siglas del especialista.



1	ABHANDLUNGEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND LITERATUR
2	ABHANDLUNGEN DER DEUTSCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN - GEBIET
3	ABHANDLUNGEN DER GEOLOGISCHEN LANDESAEMT IN SAAR-UND WÜRTTEMBERG
4	ABHANDLUNGEN DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN
5	ABHANDLUNGEN DER HESSENSCHEN LANDESAEMT FÜR BODENFORSCHUNG
6	ABHANDLUNGEN DER SACHSENBERGISCHEN NATURFORSCHUNGS GESELLSCHAFT
7	ACTA GEOLOGICA FAC. CIENCIAS UNIVERSIDAD DE BARCELONA
8	ACTAS DE LA SOC. LINEA DE BORDEAUX
9	A.E.C.G.A. ASOCIACION ESPAÑOLA PARA EL ESTUDIO DEL CUATERNARIO BARCELONA
10	AFORDS M.O.P. DIRECCION ORAL DE OBRAS MINARIAS
11	ANNALES DE LA FAC. SCIENCES DE CLERMONT FERRAND
12	ANNALES JUNTA DE AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIF.
13	ANNALES DE MINAS REVISTA MEMBRIA
14	ANNS. SCIENT. UNIV. DE BEGANCON
15	ANNS. SOCIETE GEN. BELGIQUE
16	ANNS. SOC. GEOL. NORD. LILLE FRANCIA
17	ANNS. UNIV. LYON
18	ANAL. UNIV. SAKAY
19	ANNALES DE CIENCIAS NATURALES MADRID
20	ARAHONA - SABADEL REVISTA DEL MUSEO DE LA CIUDAD DE SABADEL
21	ASKANIA - WASTE BERLIN
22	ATTI DELLA ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCET
23	BEIHEFTE ZUM GEOLOGISCHEN JAHRBUCH HANNOVER
24	BERICHTER DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT ZU PREUSSEN
25	BERICHT - NEUE FOLCK. NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNG
26	BULETIN DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA
27	BULETIN BIBLIOT. PENSIUM CENTRO FRANCIS DOCUMENTACION TACTICA CLARA
27	COLIN
28	BULETIN DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE LESON
30	BULETIN COMISION MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Figura 22

2.6. ARCHIVO MAESTRO.

2.6.1. Finalidad.

El Archivo Maestro ha sido creado para reunir en forma global toda la información obtenida sobre muestras, fotografías y columnas estratigráficas en la confección de cada hoja 1:50.000 del Mapa Geológico Nacional.

Parte de dicha información vendrá reflejada directamente en el Archivo (por ejemplo, coordenadas, edad de la muestra). En los demás casos, el Archivo indicará la existencia de una información determinada y el documento donde se encuentra, así como la existencia de muestras o preparaciones y su ubicación en Litoteca. Se trata, pues, de un archivo documental.

Los datos que suministra el Archivo Maestro son los siguientes para cada estación:

- Identificación de la estación.
- Coordenadas Lambert de la estación.
- Ubicación en litoteca de la muestra o muestras.

CODIFICACION DE LAS UBICACIONES

1	AGROMAN
2	AGXINI
3	B.R.G.M.
4	Camara oficial Minera de Córdoba
5	Camara oficial Minera de Vizcaya
6	Centro de Estudios Hidrológicos
7	Consejo Superior de Investigaciones Científicas. C.S.I.C.
8	CIEPSA
9	CIPSA
10	Colegio de Ingenieros Civiles de España.
11	Comisaria de Aguas
12	Consejo de Minería
13	COPARESC
14	COPISA
15	Dirección General de Minas
16	EDES
17	Empresa Nacional ADARO
18	E.N. Calvo Sotelo
19	E.N.P.A.S.A.
20	E.N.P.E.N.S.A.
21	Escuela de Minas de Madrid
22	Escuela de Minas de Oviedo
23	ESSO IBERIA
24	EROPISA
25	EXMINESA
26	Fac. SC. Dyon
27	Fac. SC. Toulouse
28	GEOPROSCO
29	Geotecnia y Cimientos
30	HENING
31	Hidrocarburos
32	Huarte y Cia.
33	IBERGESA
34	Institut der Universiteit Münster.
35	Institut Franc. du Petrol.
36	Institut Geol. Jura
37	Instituto del Hierro y del Acero.

Figura 23

- Fichas e informes de los análisis realizados.
- Existencia de fotografías.
- Columna estratigráfica a que pertenece.
- Ensayos especiales realizados.
- Edad de la estación según su posición en el mapa geológico.

2.6.2. Descripción de la ficha soporte (fig. 25).

Columnas

- 1 a 15 Identificación de la muestra o estación.
- 1 a 4 Número de la hoja 1:50.000.
- 5 - 6 Siglas de la empresa consultora.
- 7 - 8 Siglas del especialista.

ARCHIVO MAESTRO

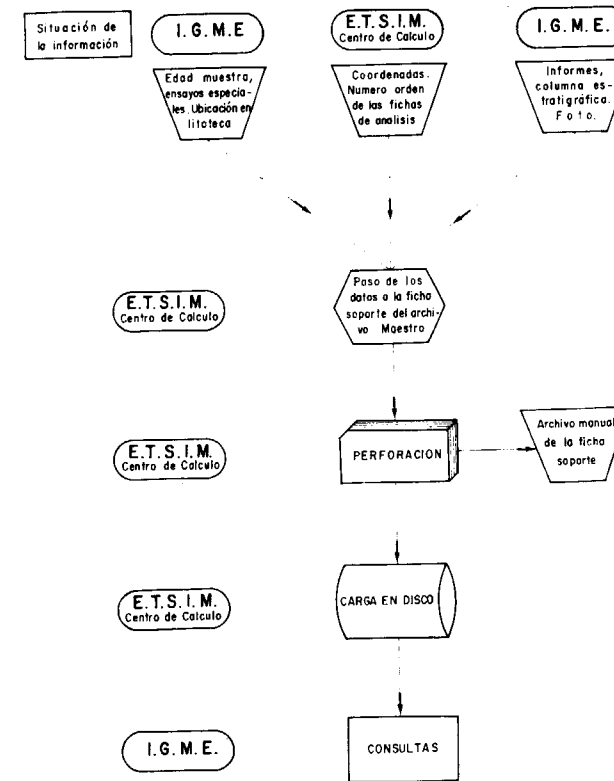


Figura 24

- 9 a 12 Número de la muestra.
- 13 a 15 Tipo de preparación: Se codificará con las letras según los casos:  
T lámina transparente.  
L levigado.

- C celdilla.
- P probeta pulida.
- M macropaleontología.
- X muestra de mano.

Si se hubieran hecho varias preparaciones del mismo tipo sobre la misma muestra, se las numera sucesivamente utilizando las columnas 14 y 15.

- 16 a 17 Año de realización de la hoja (dos últimas cifras).
- 18 a 27 Coordenadas Lambert de situación de la muestra.
- 28 a 33 Ubicación de la muestra en la litoteca del IGME.
- 28 Carácter alfabético que identifica el armario donde se encuentra la muestra o preparación.
- 29 a 31 Número del cajón dentro del armario.
- 32 Número de la fila dentro del cajón.
- 33 Columna reservada para una posible subdivisión futura.
- 34 a 37 Número de identificación de la ficha de informe paleontológico normalizado correspondiente a la muestra considerada. Este número se asigna en el Centro de Cálculo a su recepción, a efectos de control.
- 38 Existencia de información complementaria a la ficha de informe paleontológico. Se codifica con un 1 cuando la información se refiere a macropaleontología, 2 cuando se refiere a micropaleontología, y 3 cuando existe información de ambos tipos.

— INDICE —

IDENTIFICACION MUESTRA				COORDENADAS		UBICACION LITOTECA	INFORMES										CODIGOS EDADES																																																														
HOJA	EM.	ES.	N. MUESTRA	TA	AÑO		X	Y	PALEONTOLOGICO IDENTIFIC.	CAL. IDENTIFIC.	AR IDENTIFIC.	ER IDENTIFIC.	I-M IDENTIFIC.	O IDENTIFIC.	E IDENTIFIC.	EDAD MAPA 1	EDAD MAPA 2																																																														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80

Figura 25



- 39 a 42 Número de identificación de la ficha de análisis petrológico de calizas y rocas químicas, correspondiente a la muestra considerada. Este número se asigna en la forma indicada para el informe paleontológico.
- 43 a 46 Número de identificación de la ficha de análisis petrológico de areniscas.
- 47 Existencia de información complementaria a las fichas de análisis petrológico de calizas y rocas químicas, de areniscas, de análisis granulométrico. Se codificará con un 1 en el caso de análisis petrológico y con un 2 para el análisis granulométrico.
- 48 a 51 Número de identificación de la ficha de análisis granulométrico.
- 52 a 55 Número de identificación de la ficha de análisis petrológico de rocas ígneas y metamórficas.
- 56 Existencia de información complementaria a las fichas de análisis petrológico de rocas ígneas y metamórficas. Se codificará con un 1.
- 57 Existencia de fotografía geológica. Se codificará con un 1 en el caso de fotografía de detalle, un 2 para fotografía panorámica, o cuya edad geológica no puede especificarse, 3 cuando existe de ambos tipos, 4 para microfotografía, 5 para fotografía de minerales y 6 para fotografía de fósiles.
- 58 a 59 Número de la columna estratigráfica en la que se encuentra situada la muestra.
- 60 Ensayos especiales realizados con la muestra. Se codificará mediante un carácter alfabético asignado a los distintos ensayos a medida que van realizándose. Hasta el momento existen los códigos siguientes:
- A=Carbono 14.  
B=Calcimetría.  
C=Análisis de Minerales Pesados y Minerales Ligeros.  
D=Análisis Químico.  
E=Rayos X.  
F=Plasticidad.  
G=Complexometría.
- H=Morfometría.  
J=Análisis modal.
- 61 a 68, 71 a 78 Codificación de la edad de la muestra, según su situación en el mapa geológico.
- 61-62 y 71-72 Codificación del sistema.
- 63 y 73 Codificación del subsistema.
- 64 y 74 Codificación de la serie.
- 65 y 75 Codificación de la subserie.
- 66 y 76 Codificación del piso.
- 67 y 77 Codificación del subpiso.
- 68 y 78 Codificación del subsubpiso.
- 69-70 y 79-80 Profundidad en metros cuando la muestra proceda de sondeo.

### 2.6.3. *Proceso.*

El sistema programado consta de los siguientes programas:

Programa de Listar.

Programa de Depuración, Carga y Actualización.

Programa de Consulta.

*Programa de Listar (LIMAES).*

El programa LIMAES lista las fichas de entrada, perforadas a partir del impreso soporte y de acuerdo con las columnas que lo encabezan.

Los listados se encuadernan y archivan para consultas manuales.

*Programa de Depuración, Carga y Actualización (CAMAES).*

El programa CAMAES detecta los errores de codificación y los de perforación de las fichas perforadas.

Las fichas erróneas no se cargan en disco, y son listadas para su corrección y carga posterior. Las fichas correctas son almacenadas en el disco.

El programa permite la inclusión de datos adicionales en registros ya cargados.

*Programa de Consulta (COMAES).*

El programa COMAES selecciona los registros que corresponden a las condiciones impuestas en la consulta.

La consulta al archivo podrá hacerse por los conceptos siguientes: Número de Hojas 1/50.000, in-



CONSULTA AL FICHERO MAESTRO DE INFORMES

PROYECTO MAGNA

HOJA	IDENTIFICACION	PALE	I	CALI	AREN	I	GRAN	IG-M	I	F	ES	E	XMIN	YMIN	XMAX	YMAX	EDAD 1	EDAD 2	PAG																						
EM	ES	NO.	TA	AND	X	Y	LITOTC	UBICAC	PALE	I	N	F	O	R	M	E	S	I	G	M	I	F	ES	E	XMIN	YMIN	XMAX	YMAX	EDAD 1	EDAD 2	SR	P	SR	P							
2726	GS	JA	0054	T	72	0821.2	0574.9	81014	0000	2	4041	0000	1	0000	0000	00	J	2	1																						
2726	GS	JA	0072	T	72	0822.9	0571.9	81014	0000	2	4041	0000	1	0000	0000	00	J	2	1																						
2726	GS	JA	0102	T	72	0842.5	0576.4	81014	0000	2	4041	0000	1	0000	0000	00	J	3																							
2726	GS	JA	0105	T	72	0842.1	0578.7	81014	0000	2	4041	0000	1	0000	0000	00	J	3																							
2726	GS	JA	0150	T	72	0819.6	0583.5	81014	0000	2	4042	0000	1	0000	0000	00	J	1																							
2726	GS	JA	0205	T	72	0816.7	0577.8	81014	0000	2	4042	0000	1	0000	0000	00	J	2	2																						
2726	GS	JA	0208	T	72	0815.9	0279.0	81014	0000	2	4042	0000	1	0000	0000	00	J	2	1																						
2726	GS	JA	0212	T	72	0816.7	0576.6	81014	0000	2	4042	0000	1	0000	0000	00	J	2	1																						
2726	GS	JA	0220	T	72	0815.8	0569.6	81014	0000	2	4042	0000	1	0000	0000	00	J	4																							
2726	GS	JA	0221	T	72	0816.9	0569.7	81014	0000	2	4042	0000	1	0000	0000	00	J	1																							
2726	GS	JA	0229	T	72	0821.7	0572.9	81014	0000	2	4043	0000	1	0000	0000	00	J	1																							
2726	GS	JA	0257	T	72	0816.1	0579.2	81014	0000	2	4043	0000	1	0000	0000	00	J	1																							
2726	GS	JA	0277	T	72	0820.7	0582.4	81014	0000	2	4043	0000	1	0000	0000	00	J	2	2																						
2726	GS	JA	0280	T	72	0820.5	0583.7	81014	0000	2	4043	0000	1	0000	0000	00	J	2	1																						
2726	GS	JA	0294	T	72	0815.0	0568.1	81015	0000	2	4044	0000	1	0000	0000	00	J	2	2																						
2726	GS	JA	0297	T	72	0815.6	0569.5	81015	0000	2	4044	0000	1	0000	0000	00	J	1																							
2726	GS	JA	0299	T	72	0815.9	0569.1	81015	0000	2	4044	0000	1	0000	0000	00	J	4																							
2726	GS	JA	0301	T	72	0815.5	0569.2	81015	0000	2	4044	0000	1	0000	0000	00	J	2	1																						
2726	GS	JA	0302	T	72	0815.9	0569.7	81015	0000	2	4044	0000	1	0000	0000	00	J	2	1																						
2726	GS	JA	0303	T	72	0816.3	0570.2	81015	0000	2	4044	0000	1	0000	0000	00	J	3																							
2726	GS	JA	0010	T	72	0814.1	0568.0	81011	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	3																							
2726	GS	JA	0013	T	72	0814.1	0567.9	81011	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	3																							
2726	GS	JA	0016	T	72	0814.1	0567.9	81011	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	3																							
2726	GS	JA	0017	T	72	0814.1	0567.9	81011	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	3																							
2726	GS	JA	0019	T	72	0814.1	0567.9	81011	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	3																							
2726	GS	JA	0022	T	72	0814.1	0567.7	81011	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	3																							
2726	GS	JA	0023	T	72	0814.1	0567.7	81011	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	3																							
2726	GS	JA	0024	T	72	0814.1	0567.7	81011	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	2	2																						
2726	GS	JA	0025	T	72	0814.1	0567.7	81012	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	2	2																						
2726	GS	JA	0027	T	72	0814.0	0567.6	81012	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	2	2																						
2726	GS	JA	0028	T	72	0814.0	0567.6	81012	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	2	2																						
2726	GS	JA	0029	T	72	0814.0	0567.6	81012	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	2	2																						
2726	GS	JA	0030	T	72	0814.0	0567.6	81012	0000	2	4015	0000	0	0000	0000	05	J	2	2																						
2726	GS	JA	0031	T	72	0839.8	0573.8	81015	0000	2	4045	0000	1	0000	0000	00	J	2	2																						
2726	GS	JA	0031	T	72	0814.0	0567.6	81012	0000	2	4016	0000	0	0000	0000	05	J	2	2																						
2726	GS	JA	0032	T	72	0814.0	0567.5	81012	0000	2	4016	0000	0	0000	0000	05	J	2	2																						
2726	GS	JA	0033	T	72	0814.0	0567.5	81012	0000	2	4016	0000	0	0000	0000	05	J	2	2																						
2726	GS	GF	0026	T	72	0832.9	0578.9	81012	0000	2	4037	0000	0	0000	0000	02	J	1																							
2726	GS	GF	0027	T	72	0832.7	0579.0	81012	0000	2	4037	0000	0	0000	0000	02	J	1																							
2726	GS	GF	0028	T	72	0832.6	0579.1	81012	0000	2	4037	0000	0	0000	0000	02	J	1																							
2726	GS	GF	0029	T	72	0832.5	0579.0	81012	0000	2	4037	0000	0	0000	0000	02	J	1																							
2726	GS	GF	0030	T	72	0832.4	0579.1	81012	0000	2	4037	0000	0	0000	0000	02	J	1																							
2726	GS	GF	0031	T	72	0832.3	0579.2	81012	0000	2	4037	0000	0	0000	0000	02	J	1																							
2726	GS	GF	0032	T	72	0832.2	0579.2	81012	0000	2	4037	0000	0	0000	0000	02	J	1																							
2726	GS	GF	0033	T	72	0832.1	0579.3	81012	0000	2	4037	0000	0	0000	0000	02	J	1																							

Figura 26



CONSULTA AL FICHERO MAESTRO DE INFORMES

PROYECTO MAGNA

HOJA	PALE	I CALI	AREN	I	GRAN	IG-M	I	F	ES	E	XMIN	YMIN	XMAX	YMAX	EDAD 1	EDAD 2	EDAD 1	EDAD 2
IDENTIFICACION	COORDENADAS	UBICAC	I	N	F	O	R	M	F	S	CO	ES	ES	ES	SR	P	SR	P
HOJA EM ES ND.M TA AND	X	Y	LITOTC	PALE	I	GRAN	IG-M	I	F	ES	ES	ES	ES	ES	SR	P	SR	P
0610 GT GL 0031 T	72 0231.4	0873.1	80075	0000	0000	0	0000	2041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0032 T	72 0230.2	0874.2	80075	0000	0000	0	0000	2041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0033 T	72 0230.5	0883.3	80075	0000	0000	0	0000	2041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0034 T	72 0230.4	0882.9	80075	0000	0000	0	0000	2041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0035 T	72 0230.4	0882.8	80075	0000	0000	0	0000	2041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0036 T	72 0231.1	0882.6	80075	0000	0000	0	0000	2041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0037 T	72 0230.5	0882.5	80075	0000	0000	0	0000	2041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0038 T	72 0230.6	0882.4	80075	0000	0000	0	0000	2041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT IP 0045 T	72 0254.6	0867.9	80071	0000	0000	0	0000	0031	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0130 T	72 0231.0	0874.8	80074	0000	0000	0	0000	0041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0134 T	72 0230.2	0874.2	80074	0000	0000	0	0000	0041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0140 T	72 0230.8	0876.8	80074	0000	0000	0	0000	0041	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0039 T	72 0230.9	0882.7	80075	0000	0000	0	0000	2042	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0040 T	72 0231.1	0882.8	80075	0000	0000	0	0000	2042	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0041 T	72 0231.6	0882.9	80075	0000	0000	0	0000	2042	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0042 T	72 0232.3	0882.2	80075	0000	0000	0	0000	2042	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0043 T	72 0232.3	0882.0	80075	0000	0000	0	0000	2042	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0044 T	72 0232.5	0882.0	80075	0000	0000	0	0000	2042	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0045 T	72 0232.7	0881.9	80075	0000	0000	0	0000	2042	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0046 T	72 0232.8	0881.7	80075	0000	0000	0	0000	2042	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0052 T	72 0232.9	0881.5	80075	0000	0000	0	0000	2043	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0054 T	72 0232.5	0880.7	80075	0000	0000	0	0000	2043	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0055 T	72 0232.3	0880.6	80075	0000	0000	0	0000	2043	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0058 T	72 0231.6	0880.6	80075	0000	0000	0	0000	2043	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0064 T	72 0230.7	0881.1	80075	0000	0000	0	0000	2043	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0066 T	72 0230.0	0880.8	80075	0000	0000	0	0000	2044	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0071 T	72 0244.4	0892.4	80075	0000	0000	0	0000	2044	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0072 T	72 0256.2	0883.0	80075	0000	0000	0	0000	2044	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT GL 0076 T	72 0244.8	0877.9	80075	0000	0000	0	0000	2044	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0029 T	72 0231.3	0897.5	80072	0000	0000	0	0000	2045	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0074 T	72 0239.7	0867.9	80072	0000	0000	0	0000	2045	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0074 T	72 0239.7	0867.9	80072	0000	0000	0	0000	2045	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0075 T	72 0239.5	0868.2	80072	0000	0000	0	0000	2045	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0076 T	72 0239.7	0868.5	80072	0000	0000	0	0000	2045	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0091 T	72 0239.0	0876.8	80073	0000	0000	0	0000	2045	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0094 T	72 0237.0	0874.9	80073	0000	0000	0	0000	2045	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0095 T	72 0235.8	0874.0	80073	0000	0000	0	0000	2045	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT MC 0104 T	72 0237.7	0869.2	80073	0000	0000	0	0000	2045	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT IP 0010 T	72 0247.1	0868.2	80065	0000	0000	0	0000	2046	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT IP 0013 T	72 0246.4	0868.8	80071	0000	0000	0	0000	2046	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT IP 0016 T	72 0245.9	0869.8	80071	0000	0000	0	0000	2046	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT IP 0019 T	72 0246.4	0870.0	80071	0000	0000	0	0000	2046	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT IP 0020 T	72 0246.5	0870.2	80071	0000	0000	0	0000	2046	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT IP 0100 T	72 0246.1	0869.4	80072	0000	0000	0	0000	2047	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0
0610 GT IP 0101 T	72 0245.9	0869.4	80072	0000	0000	0	0000	2047	1	00	00	00	00	00	0	0	0	0

Figura 27



PROYECTO MAGNA

CONSULTA AL FICHERO MAESTRO DE INFORMES



HOJA	IDENTIFICACION	PALE	I CALI	AREN I	GRAN I	IG-M I	IG-M I	IF ES E	XMIN	YMIN	XMAX	YMAX	EDAD I	EDAD 2
EM ES	NO-M TA	ANO	COORDENADAS	UBICAC	LITOTC	PALE	IF ES S	CO	CODIGO SR	EDAD P	CODIGO SR	EDAD P	CODIGO SR	EDAD P
3416	FI AN	0053	I	72	1005.8	0774.6	80572	0000	2	0000	4071	0	0000	0000
3416	FI AN	0049	T	72	1005.9	0773.0	80572	0000	0000	0000	4071	0	0000	0000
3416	FI AN	0051	T	72	1005.9	0774.0	80572	0000	0000	0000	4071	0	0000	0000
3416	FI AN	0055	T	72	1006.0	0775.3	80572	0000	2	0000	4071	0	0000	0000
3416	FI AN	0046	T	72	1006.3	0771.2	80572	0000	2	0000	4071	0	0000	0000
3416	FI AN	0255	T	72	1010.9	0772.4	80572	0000	2	0000	4064	0	0000	0000
3416	FI AN	0252	T	72	1011.0	0772.0	80572	0000	0000	0000	4064	0	0000	0000
3416	FI AN	0248	T	72	1011.9	0763.7	80572	0000	0000	0000	4064	0	0000	0000
3416	FI AN	0246	T	72	1012.2	0763.7	80572	0000	0000	0000	4064	0	0000	0000
3416	FI AN	0245	T	72	1012.5	0763.6	80572	0000	0000	0000	4064	0	0000	0000
3416	FI AN	0244	T	72	1012.6	0763.5	80571	0000	0000	0000	4064	0	0000	0000
3416	FI AN	0239	T	72	1013.5	0763.5	80571	0000	0000	0000	4064	0	0000	0000
3416	FI AN	0237	T	72	1013.7	0763.5	80571	0000	0000	0000	4064	0	0000	0000
3416	FI AN	0235	T	72	1013.5	0763.5	80571	0000	0000	0000	4064	0	0000	0000
3416	FI AN	0264	T	72	1009.9	0773.8	80572	0000	2	0000	4065	0	0000	0000
3416	FI AN	0259	T	72	1010.6	0772.6	80572	0000	2	0000	4065	0	0000	0000
3416	FI AN	0222	T	72	1015.8	0765.3	80571	0000	0000	0000	4065	0	0000	0000
3416	FI AN	0225	T	72	1016.1	0764.7	80571	0000	0000	0000	4065	0	0000	0000
3416	FI AN	0216	T	72	1016.1	0765.0	80571	0000	0000	0000	4065	0	0000	0000
3516	FI AN	0139	T	72	1035.4	0769.2	80581	0000	0000	0000	4075	0	0000	0000
3516	FI AN	0140	T	72	1035.4	0769.3	80581	0000	0000	0000	4075	0	0000	0000
3516	FI AN	0161	T	72	1045.3	0776.3	80581	0000	0000	0000	4075	0	0000	0000
3417	FI AN	0052	T	72	1007.3	0756.8	80582	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0051	T	72	1007.4	0756.8	80582	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0049	T	72	1007.5	0756.7	80582	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0050	T	72	1007.5	0756.8	80582	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0048	T	72	1007.6	0756.8	80582	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0106	T	72	1007.7	0756.2	80584	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0044	T	72	1007.8	0756.4	80582	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0045	T	72	1007.8	0756.5	80582	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0047	T	72	1007.8	0756.7	80582	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0100	T	72	1008.9	0755.1	80583	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0101	T	72	1008.9	0755.1	80583	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3417	FI AN	0103	T	72	1008.9	0755.4	80583	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3416	FI AN	0233	T	72	1015.9	0765.0	80571	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3416	FI AN	0234	T	72	1015.9	0765.0	80571	0000	0000	0000	4066	0	0000	0000
3516	FI AN	0165	T	72	1040.6	0772.7	80581	0000	0000	0000	4076	0	0000	0000
3516	FI AN	0166	T	72	1040.7	0772.6	80581	0000	0000	0000	4076	0	0000	0000
3516	FI AN	0168	T	72	1040.8	0772.5	80581	0000	0000	0000	4076	0	0000	0000
3516	FI AN	0169	T	72	1040.9	0772.5	80581	0000	0000	0000	4076	0	0000	0000
3516	FI AN	0170	T	72	1040.9	0772.5	80581	0000	0000	0000	4076	0	0000	0000
3516	FI AN	0172	T	72	1041.0	0772.5	80581	0000	0000	0000	4076	0	0000	0000
3516	FI AN	0173	T	72	1041.1	0772.6	80581	0000	0000	0000	4076	0	0000	0000
3516	FI AN	0163	T	72	1045.1	0776.3	80581	0000	0000	0000	4076	0	0000	0000
3516	FI AN	0162	T	72	1045.2	0776.3	80581	0000	0000	0000	4076	0	0000	0000



forme, entorno geográfico dado por sus coordenadas Lambert, edad o intervalo entre edades, y cualquier combinación de estos conceptos relacionados con los operadores "Y" y "O".

Por ejemplo:

Consulta por (Hoja 1/50.000 16-38) "Y" (Edad Cretácico) "Y" (Informes de Areniscas "O" Análisis Granulométricos), etc.

Estas son las consultas más generales, pudiéndose ampliar los tipos de consulta según necesidades.

2.6.4. Consultas.

Se incluye como ejemplo una página de cada uno de los listados correspondientes a las consultas siguientes:

Por Hoja 1/50.000, informe de Rocas Calizas y edad:

— Calizas del Jurásico en la Hoja 27-26 (fig. 26).

Recordamos la observación hecha en el apartado 2.1.5. Esta consulta podría hacerse también al Archivo de Rocas Calizas, obteniéndose los datos de la ficha soporte o la clasificación.

Por Hoja 1/50.000, informe de Rocas Igneas y Metamórficas e intervalo entre edades:

— Informes de Rocas Igneas y Metamórficas de la Hoja 06-10 entre el Precámbrico y el Ordovícico Inferior (fig. 27).

Por Informes de Areniscas dentro de un entorno geográfico:

— Informes de Areniscas en el entorno definido por las coordenadas X mín. 1005.0, Y mín. 745.0. X máx. 1059.0, Y máx. 778.0 (fig. 28).

Puede observarse en el listado que la consulta abarca varias hojas 1/50.000.

2.7. ARCHIVO DE ANÁLISIS MORFOMÉTRICO.

2.7.1. Finalidad.

La finalidad de este archivo es facilitar la interpretación ambiental de las formaciones detríticas gruesas (conglomerados y gravas), así como definir con mayor precisión sus características texturales y composicionales. Los programas proyectados evaluarán, de acuerdo con las medidas realiza-

das sobre una muestra de cantos, una serie de parámetros de tamaño y forma, así como el espectro litológico o diagrama composicional. Estos resultados son fundamentales a la hora de definir ambientes sedimentarios, grados de evolución o madurez y diferenciar áreas de aporte.

2.7.2. Descripción de la ficha soporte de Morfometría, Espectro Litológico y Cantometría (fig. 29).

En la ficha que se describe pueden apreciarse tres grupos de datos. Por una parte la información standard relativa a la identificación de la muestra, edad y valoración, común a todas las fichas soporte del MAGNA, que ocupa la parte superior, incluyendo aquí dos nuevos conceptos, el tamaño de la muestra (casillas 39 a 41) y el número de litologías (casilla 42). El primero se refiere al número de cantos medidos (hasta un máximo de 100 por ficha) y el segundo al número de litologías diferenciadas (hasta un máximo de nueve).

Inmediatamente debajo aparecen tres filas de casillas bajo el epígrafe códigos de litologías. En cada una de las tres filas a su vez aparecen tres grupos de casillas constituyendo un total de 9 (el máximo de litologías diferenciadas).

Cada uno de estos tres grupos está constituido por un total de 14 casillas, separadas por un espacio en 12 y 2. En las 12 primeras casillas se escribirá una de las litologías diferenciadas sin abreviaturas, o siendo éstas significativas cuando sean necesarias, y en las dos últimas el código que utilizará el geólogo después para señalar esta litología (columnas Lit. debajo). En las casillas 80 de la derecha se escribirá 2, 3 y 4 sucesivamente si ha sido preciso utilizar las filas correspondientes, no pasándose de una fila a la siguiente sin estar completada aquélla.

A continuación aparecen ya los espacios reservados a las medidas de cantos, 50 filas divididas en dos grupos iguales, lo que representa 100 cantos medidos como máximo. El especialista puede medir este número, menos, o más. En este último caso proseguirá en una segunda ficha soporte en la que cumplimentará además la información relativa a la identificación de la muestra (casillas 1 a 8). Todas las medidas se escribirán en milímetros ajustadas a la derecha, con una cifra decimal.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MORFOMETRIA, ESPECTRO LITOLOGICO Y CANTOMETRIA

MAGNA

Nº HOJA EMP. REC. Nº MUESTRA TA

EDAD

TAMANO MUESTRA Nº DE LITOLOGIA

PROCEDIMIENTO VALORACION

AMBIENTE OBSERVACIONES

CODIGOS DE LITOLOGIAS

	A	B	C	AC	R1	R2	LIT	A	B	C	AC	R1	R2	LIT
19														
19														
19														

Figura 29

2.7.3. Descripción del proyecto de salida por ordenador.

Las medidas que se han previsto son las dimensiones de los tres ejes principales A, B y C. La dimensión AC, distancia mayor en que el punto de intersección de los tres ejes divide al eje A, medida sobre éste; R1 y R2 radios de las circunferencias inscritas menor y siguiente respectivamente en la proyección del canto sobre el plano de los ejes A y B; por último cada canto llevará un código litológico de acuerdo con los definidos por el especialista anteriormente.

Naturalmente no todas estas medidas serán realizadas por el especialista habitualmente, estando los índices que se calcularán supeditados a cuáles han sido los parámetros medidos. Existe así la posibilidad de medir sólo los ejes A, B y C (o uno, o dos de éstos), los ejes más la dimensión AC y por fin además de los anteriores, R1 y R2. En todos los casos se señalará la litología.

Los índices y tablas previstas son las siguientes:

1. Espectro litológico de la muestra, en forma de tabla de frecuencias relativas por clases de tamaños y litologías (doble entrada) junto con los totales por cada clase y cada litología.

2. Media, mediana, moda y desviación típica de las medidas efectuadas.

3. Índices de aplanamiento y disimetría de Cailleux

$$Apla = \frac{A+B}{2C}; \quad Disi = \frac{AC}{A} \times 1000$$

4. Índices de desgaste de Cailleux

$$Desg 1 = \frac{2R1}{A} \times 1000; \quad Desg 2 = \frac{2R2}{A} \times 1000$$

5. Índices de esfericidad

$$Riley = \frac{B}{A}; \quad Krumbein = \frac{B \cdot C}{A^2}$$

$$Sneed \text{ y Folk} = \sqrt{\frac{C^2}{AB}}$$

6. Media, mediana, moda y desviación típica de los índices anteriores.

7. Formas de Zingg.

8. Formas de Sneed y Folk.



## 2.8. NOTAS FINALES.

En la segunda parte de este informe se ha descrito la situación actual de los archivos del MAGNA y los distintos tipos de consulta que pueden realizarse por el momento; este último aspecto es de la mayor importancia, pues en definitiva lo que se persigue es la utilización práctica de la información elaborada con los datos almacenados. En el caso de los archivos aún no mecanizados nos encontramos, como ya se dijo, en la fase de estudio de los programas que permitan la explotación más conveniente, pero también deben desarrollarse nuevos programas de consulta para los archivos que se encuentran ya en funcionamiento. En efecto, el diseño de las fichas soporte permite recoger información de carácter cuantitativo y cualitativo, y esta posi-

bilidad debe ser aprovechada para consultas más específicas, tales como, por ejemplo, si existen dentro de un área dada calizas con un determinado porcentaje de carbonato cálcico. Estos y otros tipos de consulta deben ser estudiados y desarrollados, y en este sentido, cualquier sugerencia del lector de este informe (y usuario potencial de los archivos) podría ser mutuamente beneficiosa.

En cualquier caso, consideramos que era conveniente la divulgación de la existencia de los archivos del MAGNA, cuya importancia es ya considerable y se acrecentará al incrementarse el volumen de los datos almacenados y desarrollarse nuevos programas de explotación. De hecho, creemos que hoy constituyen ya una fuente de información muy útil para todos aquellos que se dedican a la Geología y sus aplicaciones.

Recibido: Mayo 1976.

## Les grands traits de la tectonique du Bassin neogene du Bas - Guadalquivir

Por CLAUDE VIGUIER (\*)

### RESUME

C'est au début du Miocène final que commence l'histoire géologique du Bassin du Guadalquivir. Si l'on excepte la tectonique récente qui reste à étudier, son évolution structurale passe par les phases suivantes:

Dans la partie N., en bordure de la Meseta,

- une phase Miocène final: installation du bassin par subsidence du socle,
- une phase au passage Miocène-Pliocène: flexure méridiennes et de bordure de la Meseta,
- une phase intra ou fini-Villafranchienne: rejeu de certaines failles.

Elles témoignent toutes d'effets de distension.

Dans la zone S.:

- La phase au passage Miocène-Pliocène est marquée par des plis qui peuvent être interprétés comme les conséquences d'une remontée des Zones Internes des Bétiques et de la Zone Subbétiques.
- Des boutonnières anticlinales sur le pourtour de la baie de Cadix ont joué à plusieurs reprises jusqu'au passage Pliocène-4 aire (et sans doute après).

### RESUMEN

A principios del Mioceno final es cuando empieza la historia geológica de la Depresión del Guadalquivir. Si se prescinde de la tectónica reciente que está por estudiar, en su evolución estructural se verifican las fases siguientes:

En la parte N., en reborde de la Meseta:

- una fase Mioceno final: asiento de la depresión por hundimiento del zócalo,
- una fase al límite Mioceno-Plioceno: inflexión cerca de la linde N. de la depresión,
- una fase al límite Plioceno-Cuaternario: fallas meridianas y del reborde de la Meseta,
- una fase intra o fini-Villafranchise: por segunda vez juego de ciertas fallas

Todas demuestran efectos de distensión.

En la parte S.:

- La fase Mioceno-Plioceno la caracterizan pliegues que pueden ser interpretados como consecuencias de una surrección de las zonas internas de las Béticas y de la Zona Subbética.
- Ojales anticlinales en torno a la bahía de Cádiz han sido modificadas varias veces hasta el límite Plioceno-Cuaternario (y ciertamente después).

(\*) Unité d'Etude et de Recherche Géologique d'Aquitaine, Université de Bordeaux.

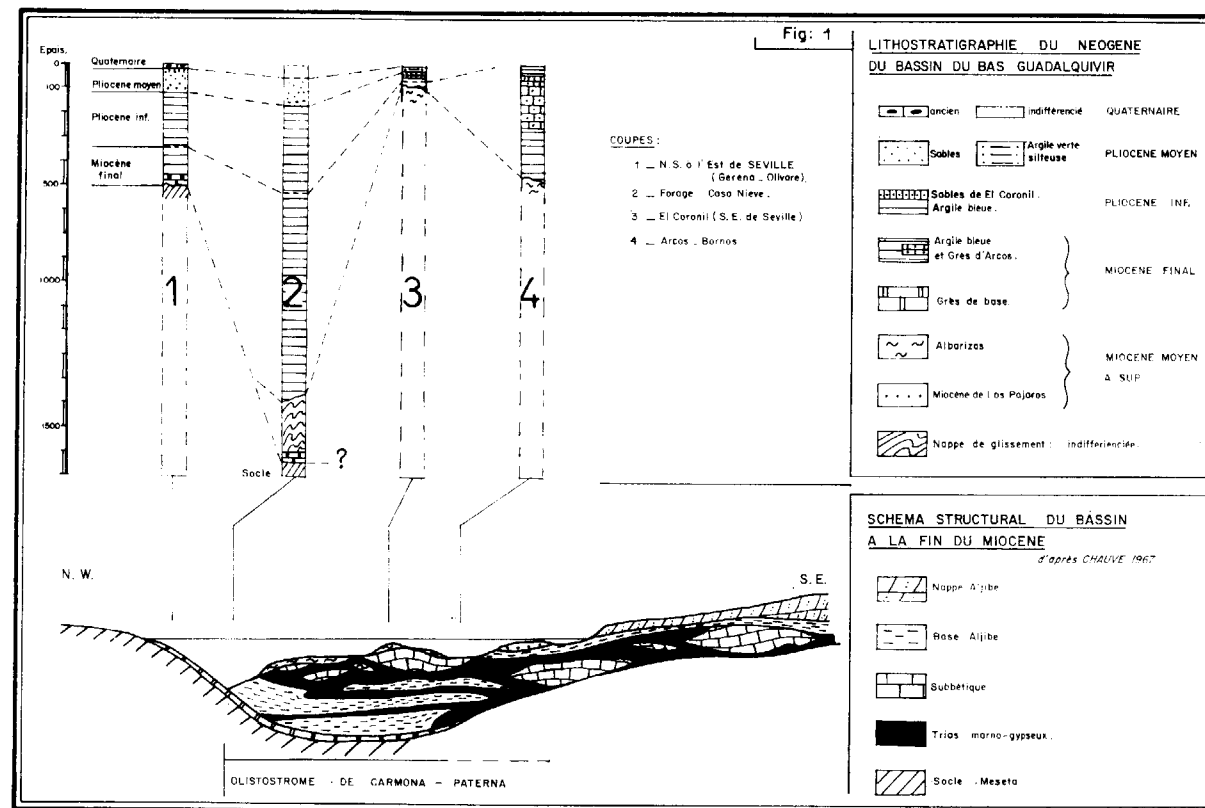


## I. LE BASSIN DU BAS-GUADALQUIVIR.

Il correspond à la région comprise entre la frontière portugaise à l'O., Carmona (25 kms à l'E. de Séville) à l'E., et le Guadalete au S. (fig. 2).

Du point de vue structural il se situe entre la Sierra Morena au N. et les Chaînes Bétiques au S.E.

n'est que la première manifestation d'une subsidence qui se poursuit durant le fin du Miocène. Dans un second temps s'installe, sur les grès de base, la nappe de glissement sous-marin de Carmona. Elle subdivise le Bassin du Bas-Guadalquivir en deux dépressions, un sillon N. en bordure de la Meseta et un Bassin S. sur la Zone Subbétique, séparés par une antéclise (fig. 1).



Son histoire se déroule postérieurement aux grands serrages des Bétiques. Elle commence au début du Miocène final (\*) par une ingression marine vers le N. sur la bordure méridionale de la Meseta; la mer envahit le socle paléozoïque et mésozoïque, émergé depuis le Jurassique sans doute.

Cette avancée du domaine marin dont témoignent les grès et argiles de base de la série néogène,

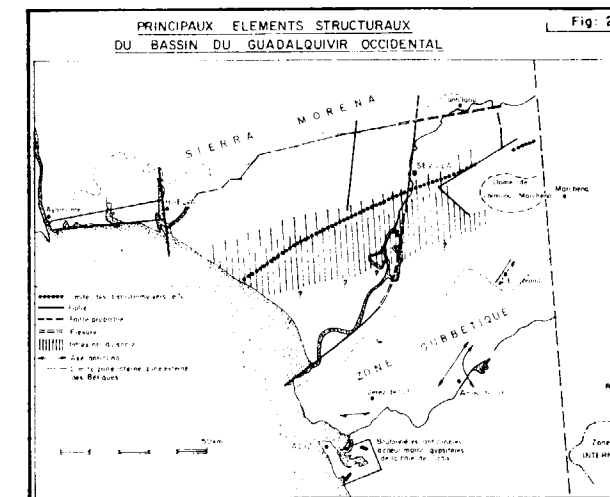
(\*) Le Miocène final comprend le sommet du Tortonien et le Messinien. Il correspond à la sous-Biozone à *Globorotalia menardii miocenica* dans l'échelle biostratigraphique méditerranéenne. (CATI et alt., 1968).

L'évolution structurale se traduira par des tectoniques différentes, de type cassant dans le domaine N., plus souple au S. du Guadalquivir.

## II. TECTONIQUE DES FORMATIONS NEOGENES EN BORDURE DE LA MESETA.

Dans le sillon N. on peut relever la succession de quatre phases tectoniques principales, antérieures aux effets de la tectonique récente.

1) La première phase se développe durant le Miocène final. Elle est responsable de l'installation du Bassin par subsidence du socle actuellement à plus de 2 000 m de profondeur au S.O. de Séville; l'importante flexure de celui-ci au S. de Séville, qui ne se retrouve pas à la base du Pliocène lui est imputable (fig. 2).



Elle se termine par :

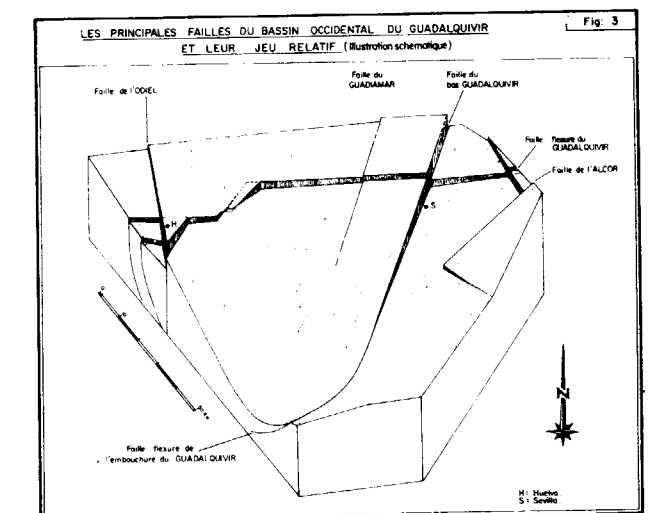
2) Une phase au passage Mio-Pliocène, de réajustement à la limite N. du Bassin. La flexure qui matérialisait cette limite, à peu près à la latitude des derniers affleurements marins actuels, s'accroît, le Pliocène inférieur repose en discordance angulaire sur le Miocène final de même faciès d'argile bleue hémipélagique. A Niebla, à la faveur d'une paléostucture anticlinale, l'argile du Pliocène inférieur repose même directement sur les calcaires grossiers de la base du Miocène final.

A l'O. de Huelva, l'argile passe, au Pliocène inférieur, à un falun à caractère de plus en plus littoral vers le sommet de l'étage, alors qu'au S. du Rio Tinto l'argile bleue, marine, continue à se déposer.

3) A la limite Pliocène-Quaternaire des failles engendrent une mosaïque de compartiments à l'origine du modelé structural actuel (fig. 3). Parmi les principales figurent :

a) Le grand accident de direction générale E.N.E.-O.S.O., longitudinal à la Meseta suivant le tracé de la "faille du Guadalquivir" des anciens auteurs. Normal, à regard S., il reste du type flexure-faille à l'E. de Séville pour s'accroître en faille à l'O. de la ville. A Gerena, les coupes des sondages de recherches d'eau emmènent à l'interpréter comme un ensemble de paliers synthétiques de rejet total d'une centaine de mètres. Plus à l'O. des relais successifs le décalent vers le S. jusque sous l'embouchure du Rio Tinto de direction N.E.-S.O. Le rejet, de 70 m au N. de Niebla décroît à proximité de la ville en s'inversant: le compartiment S. devient le plus élevé (fig. 3). Vers Huelva, l'accident redevient à regard S. avec un rejet que peut être estimé à une centaine de mètres.

A l'O. de Huelva ail est prolongé par deux failles qui convergent vers Ayamonte, à la frontière portugaise. La première, au N., de même direction E.N.E.-O.S.O. que l'accident à l'E., a été découverte par une prospection géophysique. Elle n'intro-



duit sans doute qu'un décalage assez faible des couches. La seconde suit le littoral d'E. en O. Elle met en contact les sommets du Pliocène supérieur et du Pliocène inférieur.

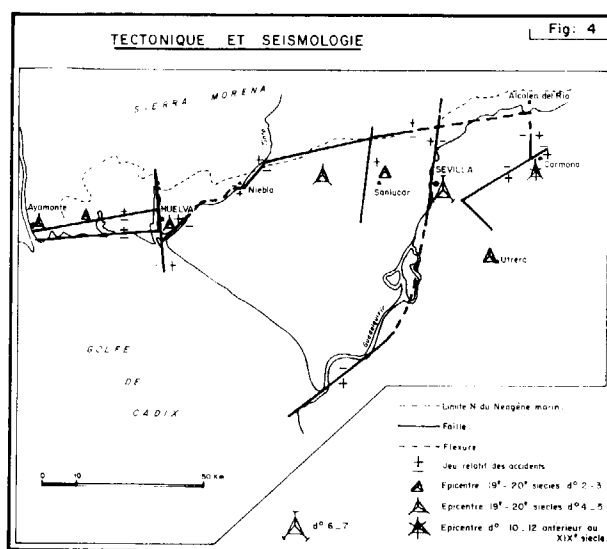
Ce grand accident transverse est à relier à l'orogénèse de la Sierra Morena.

b) Des failles méridiennes qu'empruntent les cours inférieurs des principales rivières et qui recoupent l'accident transverse: failles de l'Odiel à



Huelva à regard O., du Guadiamar de direction N. 7° à regard O., du Bas Guadalquivir à Séville, N. 7° également, à regard E. Celle-ci se prolonge vers le S. en changeant de direction: matérialisée par le cours inférieur du fleuve, elle adopte vers l'estuaire une orientation N.E.-S.O. Dans ce secteur c'est le compartiment N. qui se trouve relativement abaissé; un point neutre, sans rejet, existe donc sur la faille, à l'O. d'Utrera.

c) Les fractures du massif de l'Alcor à l'E. de Séville. Elles s'ordonnent pour l'essentiel en une faille principale N 60°, dont le tracé est en plusieurs points décalé quelque peu vers le S.E. (cf. esquisse géologique in VIGUIER, 1974), et deux failles complémentaires: la première au N. de Carmona se dirige vers le N.N.O., la seconde, S.E.-N.O., marque la terminaison S. de la faille principale à Alcalá



de Guadaira. Les panneaux relativement effondrés se situent au N.O. du massif et accusent des décalages de 100 à 150 m (fig. 4).

d) Certains de ces accidents rejouent durant le Villafranchien (entendu comme Quaternaire ancien) ou à la fin de la période. C'est en particulier le cas de la faille du Bas-Guadalquivir: à Sanlúcar de Barrameda, la formation sableuse et le palésol rouge

à son sommet, attribuables au Villafranchien par corrélation avec la coupe littorale du Puerto de Santa María toute proche, est impliquée dans l'accident. Par ailleurs dans la région de Huelva le pendage des alluvions de piémont les plus anciennes, villafranchiennes selon toute vraisemblance, est plus important au S. de l'accident transverse de la meseta qu'à l'O. de la ville. L'observation s'accorde avec l'enfoncement au 4<sup>e</sup>aire ancien de l'éponte méridionale du panneau compris entre le golfe de Cadix et le Guadalquivir.

Toutes ces failles suivent les directions des grands accidents qui affectent dans la Sierra Morena, le socle ante-"Alcudien" ou qui contrôlent les structures hercyniennes (OVTRACHT, TAMAIN, 1970).

#### 4. Les effets de la tectonique récente.

Toutes les vallées affluentes de la rive gauche du Rio Tinto à son embouchure sont d'anciennes rias, à fond tourbeux, suspendues quelques mètres au-dessus du niveau des plus hautes eaux. D'après les documents cartographiques anciens il semble que le phénomène date des derniers siècles. S'agit-il d'un basculement du compartiment occidental tout entier qui continuerait à s'enfoncer au S. après la phase villafranchienne? Il est pour l'instant difficile de répondre en l'absence d'informations sur d'éventuels mouvements récents de part d'autre de l'estuaire du Guadalquivir.

Un autre effet, très récent, de la tectonique se situe à Carmona où le sol s'est fracturé durant le tremblement de terre catastrophique de 1504. D'une façon générale les épicentres sismiques reconstitués pour le XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècle jusqu'en 1951 (REY PASTOR, A., 1954) trouvent une place logique dans le canevas tectonique (fig. 4). Deux font toutefois exception, à proximité de Paterna del Campo et à Utrera, respectivement au N.O. et au S.E. de Séville. Encore convient-il de remarquer qu'ils sont l'un et l'autre proches d'accidents.

Ainsi du Miocène final au quaternaire ancien, le Néogène de la bordure méridionale de la Meseta Ibérique est sollicité par des mouvements en distension. Il en résulte pour la zone N. du Bassin du Guadalquivir, décalée vers le S. par rapport à la Sierra Morena, un découpage en une suite de horsts et grabbens d'O. en E. (fig. 3).

### III. DEFORMATIONS DU NEOGENE DE LA ZONE SUBBETIQUE.

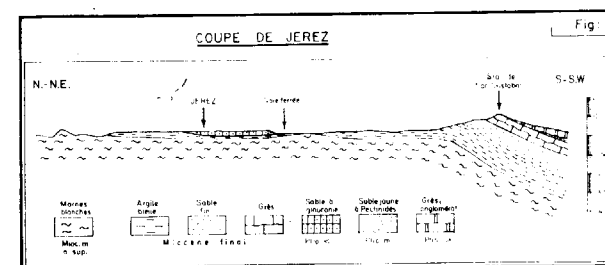
Au S. du Bas Guadalquivir le Néogène est déformé suivant un style plus souple. Par l'âge et le type des structures, différents, il est pratique de distinguer la région intérieure, du littoral en bordure de la baie de Cadix.

#### 1. L'intérieur.

La phase 2, au passage Miocène-Pliocène est marquée par des plis d'ordre kilométrique affectant le Miocène final; les structures sont conservées dans des synclinoïdiums sur les nappes externes, comme celui d'Arcos-Bornos.

Le Pliocène inférieur n'apparaît qu'en marge de la région où il ne paraît pas affecté par les plissements. A Jerez de la Frontera il repose en discordance au coeur miocène terminal d'un demi-anticlinal (fig. 5).

A Arcos-Bornos, les plis s'orientent suivant les deux directions N.E.-S.O. et N.N.O.-S.S.E. Mais l'étude détaillée de ces structures sur l'ensemble de la Zone Subbétique n'étant pas terminée il est prématuré de proposer des conclusions quant à leur



origine. Il est possible toutefois d'insister sur quelques points de géologie régionale qui entrent dans l'analyse de cette phase tectonique.

D'une part, durant le Miocène final, la Zone Interne Bétique approvisionne en blocs et galets, de provenance proche, la bordure du domaine marin à Ronda (MAUTHE, 1971), avant que la Zone Subbétique émerge entre la fin du Miocène et le début du Pliocène.

D'autre part le néogène plissé coiffe le matériel essentiellement argilo-marneux des nappes externes ou des Albarizas, qui viennent de glisser vers le N. durant de Miocène final.

Compte tenu de l'inertie probable des marnes, bloquées au N. au sein des argiles bleues du Sillon en bordure de la Meseta, et du relèvement de l'ensemble Zones Internes-Zone Subbétique, il est logique d'avancer l'idée d'une déformation de la couverture à l'échelle régionale par des accidents à grands rayons du type anticlinorium-synclinoïdium. Elle traduirait l'existence de mouvements profonds à résultante verticale dans le domaine Bétique. L'hypothèse ne préjuge en rien de la cause de ces mouvements profonds.

#### 2. La bordure de la Baie de Cadix.

Le modelé structural de la Baie de Cadix date vraisemblablement de la phase 2 (fig. 5). Mais en deux points du pourtour de la Baie existent des boutonnières plus récentes à coeur marno-gypsifère, de longueurs kilométriques (fig. 2).

L'une à San Fernando, montre le sommet du Pliocène inférieur, sur lequel repose en concordance le Pliocène moyen, au contact du Trias. L'ensemble relevé à la verticale est recouvert par le Pliocène supérieur, discordant, qui s'enfoncé de 22° vers le S.E. sur le flanc S. La mise en place de l'accident s'est donc faite en trois étapes pour le moins.

Dans la seconde, à Puerto Real, seules les couches dans l'axe du pli sont redressées à la verticale, le pendage s'atténue vers l'extérieur où il n'atteint plus que 10° au niveau du Plio-Pleistocène. Le Villafranchien paraît impliqué dans le pli.

Il est encore malaisé d'appréhender la cause à l'origine de ces déformations. En première analyse on peut y voir des réajustements épidermiques du matériel marno-argileux des nappes externes.

En conclusion, durant son histoire néogène, du Miocène final au début du Quaternaire ancien, le Bassin du Guadalquivir se déforme en distension dans sa partie N. en bordure de la Meseta.

Au S. des plissements marquent la phase au passage Miocène-Pliocène. Ils se forment dans un contexte d'émersion des Zones Internes puis Subbétiques et peuvent ainsi être interprétés comme les conséquences de mouvements profonds responsables de la "montée" de la partie S. du Bassin.



## BIBLIOGRAPHIE

- CATI, F. et CO-AUTEURS: *Biostratografia del néogène mediterraneo basata sui foraminiftri planctonici*. Bol. Soc. Geol. Italiana, vol. 87, p. 491-503 (1968).
- CHAUVE, P.: *Etude géologique du N. de la province de Cadix (Espagne méridionale)*. Thèse Sc. Paris et Mem. Inst. Geol. Min. Esp., t. 69, 377 p., 18 pl., 1 carte couleur (1967).
- FONTBOTE, J. M.: *Tectoniques superposées dans la Sierra Nevada (cordillères Bétiques, Espagne)*. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 245, p. 1324-1326 (1957).
- MAUTHE, F.: *La geologia de la Sierra de Ronda (Cordillera bética occidental)*. Bol. Geol. Min. Esp., t. LXXX-I, p. 1-36 (1971).
- MONTENAT, Ch., BIZON et J. J.: *Remarques sur le Néogène du forage Joides 121 en mer d'Alboran (Méditerranée occidentale)*. But. Soc. Geol. de France (7), XVII, n.º 1, p. 45-51 (1975).
- OVTRACHT, A.; TAMAIN, G.: *Tectonique en Sierra Morena (Espagne)*. C.r. Acad. Sc., Paris, série D, p. 2634-2636, (1970).
- REY PASTOR, A.: *Estudio morfo-tectónico de la falla del Guadalquivir*. Inst. Geográf. Cat. Madrid, 1 vol., 48 p. (1954).
- VIGUIER, C.: *Le néogène de l'Andalousie Nord-Occidentale (Espagne)*. Histoire géologique du "Bassin" du Bas-Guadalquivir. Thèse de Doct. Sc. Bordeaux, 1 vol., 450 p. (1974).

Recibido: Enero 1976.

## Aplicaciones de los mapas geomorfológicos a la planificación urbana con un ejemplo de Tenerife

Por L. GONZALEZ DE VALLEJO (\*)

### RESUMEN

Se consideran las principales aplicaciones de los mapas geomorfológicos, y se discuten sus características más importantes, en orden a proporcionar la información más relevante para diversos fines de aplicación y, en especial, la planificación urbana. Como ejemplo, se presenta el mapa geomorfológico de Santa Cruz - La Laguna (Tenerife).

### ABSTRACT

The role of geomorphological mapping for planning and engineering purposes is discussed. Different types of geomorphological mapping, scales and symbols are considered in order to provide the way of presentation of geomorphological information for practical uses. To illustrate these aspects the geomorphological map of an area from Tenerife is presented as an example.

### INTRODUCCION

Un mapa geomorfológico es el resultado de la expresión gráfica del relieve, su litología, y de los procesos geodinámicos que han actuado en el pasado y actúan en el presente. Por consiguiente, un mapa geomorfológico debe prestar información acerca de la morfología, morfometría, morfogénesis y morfocronología.

Fue en Polonia, a principios de la década de los años cincuenta, donde por primera vez se realizaron mapas geomorfológicos para la planificación. Posteriormente, su uso se ha extendido y generalizado a gran parte de los países europeos.

De la experiencia adquirida en dichos países, se deduce, que muy pocos mapas presentan toda la información requerida por un mapa geomorfológico. La causa de esta falta de homogeneidad en el contenido de los citados mapas reside, en parte, en la dificultad práctica de llevar conjuntamente sobre un mismo mapa, morfología, morfometría, morfogénesis y morfocronología. Así, en Francia, se presta

mayor atención a la litología, origen y edad del relieve, mientras que la morfología y la morfometría quedan relegadas a un papel muy secundario. Los mapas rusos son de los más completos, sin embargo, los datos morfométricos están prácticamente ausentes, siendo de poco valor para usos prácticos. Los realizados en Polonia son claros de interpretar, a pesar de la gran información que ellos contienen (FAIRBRIDGE, 1968), pero los aspectos litológicos están escasamente representados. Por otro lado, existe una creciente tendencia a orientar la cartografía geomorfológica hacia objetivos de aplicación determinada y, por tanto, a señalar solamente aquella información que sea más relevante al fin propuesto.

#### *Tipos de mapas geomorfológicos.*

Como consecuencia de presentar la información geomorfológica de una forma clara y de fácil interpretación, y de preparar mapas geomorfológicos hacia fines prácticos, se tiende a presentar los siguientes tipos de mapas:

(\*) Empresa Nacional ADARO, Serrano, 116, Madrid.



**Mapas morfológicos.**—En los que se incluye la descripción del relieve, sus perfiles, gradientes y roturas de pendiente. También se incluyen datos morfométricos acerca de las dimensiones del relieve. Estos mapas aportan información de gran valor para la planificación territorial, ingeniería civil y agricultura. Así, la inclinación de las pendientes puede representar un factor de carácter restrictivo para distintos usos. En el cuadro 1 se presentan una serie de taludes críticos para diversas actividades. Siendo este factor tan importante y sensible, es cada vez más frecuente agrupar las pendientes en varias categorías. Para fines de aplicación e ingeniería se sugiere emplear las siguientes: 0-2,5; 2,5-5; 5-10; 10-20; superior a 20 (expresadas en tanto por ciento).

**Mapas morfogenéticos.**—En los que se definen el origen y desarrollo del relieve con descripciones genéticas (v. g., llanura aluvial arenosa). La forma y composición de los materiales también deben incluirse, al estar íntimamente unidos al proceso.

**Mapas morfocronológicos.**—Consistentes en la clasificación y representación gráfica de las formas de acuerdo con su edad.

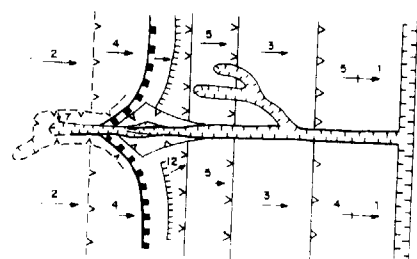
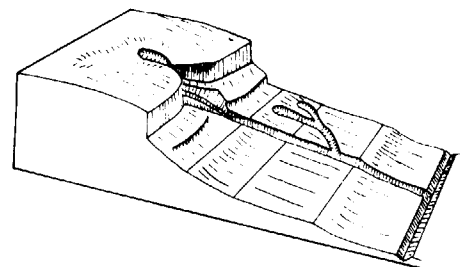
Entre las simbologías más aceptadas y empleadas están las presentadas por FAIRBRIDGE (1968) y DEMEK (1972). En ellas existe la intención de integrar en el mismo mapa toda la información geomorfológica. Necesariamente resultan a la vez de muy completas, largas y complejas.

CUADRO 1

Pendientes críticas para usos específicos, según Crofts (Publicado por Cooke et al. 1974)

Pendientes en tanto por ciento	Críticas para
1	Aeropuertos internacionales.
2	Red principal de ferrocarriles. Aeródromos locales.
4	Red principal de carreteras.
5	Maquinaria agrícola para siega y siembra. La erosión del suelo comienza a ser problema.
8	Viviendas, carreteras. Desarrollo urbano e industrial.
9	Máximo absoluto para ferrocarriles.
10	Maquinaria agrícola pesada. Desarrollo industrial y urbano a gran escala.
15	Tractores tipo standard.
20	Absoluta para todo tipo maquinaria agrícola, viviendas residenciales y caminos.

Al ser los mapas morfológicos los que más información prestan a la planificación e ingeniería, conviene que su simbología sea, a la vez de sencilla, fácil de interpretar. Las simbologías empleadas por COOKE et al. (1974) y ANON (1972), parecen ser las más aceptadas para estos fines, mostrándose en la figura 1 un ejemplo de aplicación de las mismas.



SÍMBOLOS MORFOLOGICOS

— V — V — V —	Rotura brusca de pendiente convexa	— ■ — ■ — ■ —	Escarpe rcoso de > 40°
— V — V — V —	Rotura brusca de pendiente cóncava	— ■ — ■ — ■ —	Pequeño escarpe
— V — V — V —	Cambio suave de pendiente convexa	— — — — —	Tramo de pendiente convexa
— V — V — V —	Cambio suave de pendiente cóncava	— — — — —	Tramo de pendiente cóncava
— 6 —	Angulo de pendiente en grados		

Figura 1

La elección de la escala del mapa debería estar determinada por la naturaleza de la topografía y por el uso al cual va a ser destinado el mapa. En áreas de gran complicación topográfica, la escala recomendada es la 1:10.000. Donde el relieve es moderado, las escalas indicadas pueden estar comprendidas entre 1:10.000 y 1:50.000; para escalas superiores es difícil registrar el significado de las discontinuidades de las pendientes. Para mapas aplicados a la planificación o ingeniería, las escalas van ligadas a las fases del proyecto y grado de definición

de los trabajos requeridos. Atendiendo a estos factores, se puede establecer la siguiente división:

**Mapas de pequeña escala.**—Adecuados para el reconocimiento de grandes áreas a escalas comprendidas entre 1:20.000 y 1:60.000. La información morfológica es la fundamental junto con la litológica. Las aplicaciones más usuales son: planificación y evaluación territorial, estudios de viabilidad y selección de emplazamientos o rutas. Su realización puede efectuarse rápidamente y a bajo coste, siempre que se disponga de adecuada información topográfica y de fotos aéreas. Su principal valor puede encontrarse en las etapas de estudios previos y donde la información geológica sea escasa.

**Mapas de gran escala.**—Adecuados para estudios específicos para la ingeniería civil. Sus escalas oscilan entre la 1:10.000 y 1:500. En base a su aplicación estos mapas pueden dividirse en: mapas de reconocimiento, de investigaciones "in situ" y de construcción.

**Aplicaciones de los mapas geomorfológicos.**

Debido a la numerosa información contenida en un mapa geomorfológico y a la naturaleza de la misma, los mapas geomorfológicos pueden ser aplicados a múltiples usos. El cuadro 2 resume los más importantes.

CUADRO 2

Aplicaciones de los mapas geomorfológicos en el desarrollo económico y en la planificación Según Demek (1972)

**Usos del territorio:**

— Planificación territorial y regional. Conservación del medio ambiente.

**Agricultura:**

— Utilización y conservación del suelo. Control de la erosión. Drenaje y regadíos.

**Ingeniería Civil y Urbanismo:**

— Planificación y ordenación urbana. Comunicaciones. Canales, presas y embalses. Puertos y protección de costas.

**Prospección y explotación de recursos naturales:**

— Prospección geológica. Explotación minera. Recuperación de áreas afectadas por explotaciones mineras.

Si se analiza el contenido de los citados mapas, se observará que los aspectos morfológicos proporcionan una unión directa con los mapas geológico-ingenieriles (ANON, 1972). Los aspectos litológicos y morfogenéticos están relacionados con la hidrología, mecánica del suelo y mecánica de rocas, aportando así una importante ayuda en las investigaciones geotécnicas. Los aspectos morfocronológicos hacen posible separar a las formas activas de las inactivas, y predecir los efectos de cualquier modificación antropológica en el relieve. La ingeniería de carreteras y la planificación urbana se han seleccionado como ejemplos para ilustrar las aplicaciones de la cartografía geomorfológica.

Los mapas geomorfológicos pueden contribuir destacadamente a la resolución de los problemas que presentan los proyectos de carreteras. BRUNSDEN et al. (1975) describen detalladamente las técnicas de cartografía geomorfológica y sus aplicaciones al diseño de carreteras, indicando los siguientes problemas específicos a los que la geomorfología puede contribuir de forma eficaz en su resolución:

— Identificación de las características principales del terreno afectado por el corredor preseleccionado, proveyendo así, las bases para una evaluación de soluciones alternativas.

— Definición de las características de la ruta seleccionada, identificando las influencias del corredor fuera de sus límites.

— Presentación de una sinopsis del desarrollo geomorfológico del área con especial referencia a la disponibilidad de materiales de construcción, y a la presencia de procesos que pudieran afectar a la construcción y seguridad de la carretera.

— Definición de los riesgos específicos en el corredor y sus inmediaciones, especialmente aquellos relacionados con la estabilidad de taludes y la acción fluvial.

— Descripción y localización de las características del drenaje superficial y sub-superficial, aportando datos para el diseño y presupuesto de las medidas de drenaje.

— Clasificación de taludes basadas en la inclinación, composición del material, modo de desarrollo y estabilidad para asistir a la estimación de desmontes y rellenos, así como a las medidas de estabilización.

— Caracterización de la extensión, tipo, profundidad y grado de la zona meteorizada; desarrollo cárstico, subsidencia minera y erosión.



— Definición de las unidades geomorfológicas en orden a proveer un marco, dentro del cual, las investigaciones geotécnicas puedan ser diseñadas con la óptima localización; y a proporcionar un medio de correlación entre las propiedades geotécnicas de los materiales.

Como ejemplo de aplicación de la cartografía geomorfológica a la planificación urbana se presenta, a continuación, el estudio realizado en una zona de Tenerife.

*Mapa geomorfológico de una zona de Tenerife.*

En la zona comprendida entre Santa Cruz y La Laguna (Isla de Tenerife), se levantó un mapa geomorfológico a escala 1:25.000 (lámina 1), con el objeto de prestar información sobre los siguientes aspectos:

- Morfología y morfometría de las pendientes.
- Estabilidad de las laderas.
- Identificación de las zonas sujetas a erosión y sedimentación activa y potencial.
- Red de drenaje, procesos fluviales y costeros.
- Distribución y características morfológicas de las manifestaciones volcánicas externas.

El estudio comprendió un reconocimiento previo de la zona, un análisis foto-morfológico, y una toma de datos "in situ" con apoyo del clisímetro. Se dispuso de un mapa geológico a escala 1:25.000, un plano topográfico de restitución fotogramétrica a escala 1:25.000, y fotos aéreas a escala aproximada 1:33.000.

Los aspectos geomorfológicos analizados incluyeron estudios morfogenéticos, morfológicos y morfométricos.

La investigación morfogenética requirió del conocimiento geológico de la zona, identificándose las siguientes unidades morfogenéticas:

- Las estribaciones del Macizo de Anaga.
- Los llanos de La Laguna.
- La vertiente Sur-Este.

El macizo de Anaga constituye el límite Norte y Noroeste del marco estudiado. Está formado por el apilamiento de lavas basálticas y mantos de piroclastos, siendo, geológicamente, la unidad más antigua de la zona. Representa los espaldones de una cordillera que muestra sus viejas estructuras

desmanteladas por un proceso erosivo muy prolongado e ininterrumpido, dando algunos cerros testigos como la Mesa Mota y el Púlpito. Elevadas pendientes y profundos barrancos configuran un relieve muy abrupto que se eleva desde el mar, en la zona Sur-Este, hasta cotas superiores a los 870 metros.

Los llanos de La Laguna, Las Mercedes y parte de Los Rodeos, corresponden a la acumulación de materiales arcillo-limosos en un valle, cuya salida fue obstruida por coladas. Las escasas pendientes y ausencia de accidentes morfológicos determinan un relieve llano, situado en una altiplanicie a 550 metros de altura, aproximadamente. La vertiente Sur-Este arranca de la mencionada cota 550 y se prolonga en un perfil convexo de pendientes variables hasta el litoral. Dichas pendientes no suelen pasar de 10° hasta llegar a la cota 110, en que las coladas caen en cascada al mar, dando pronunciados escarpes. Su estructura general responde al apilamiento de coladas emitidas desde centros situados en las alineaciones dorsales, cuyas emisiones se dirigieron según la máxima pendiente.

Numerosos volcanes, posteriores a estas emisiones, destacan este relieve, erigiendo conos de cinder de cumbre en cúpula con alturas comprendidas entre los 100 y 300 metros.

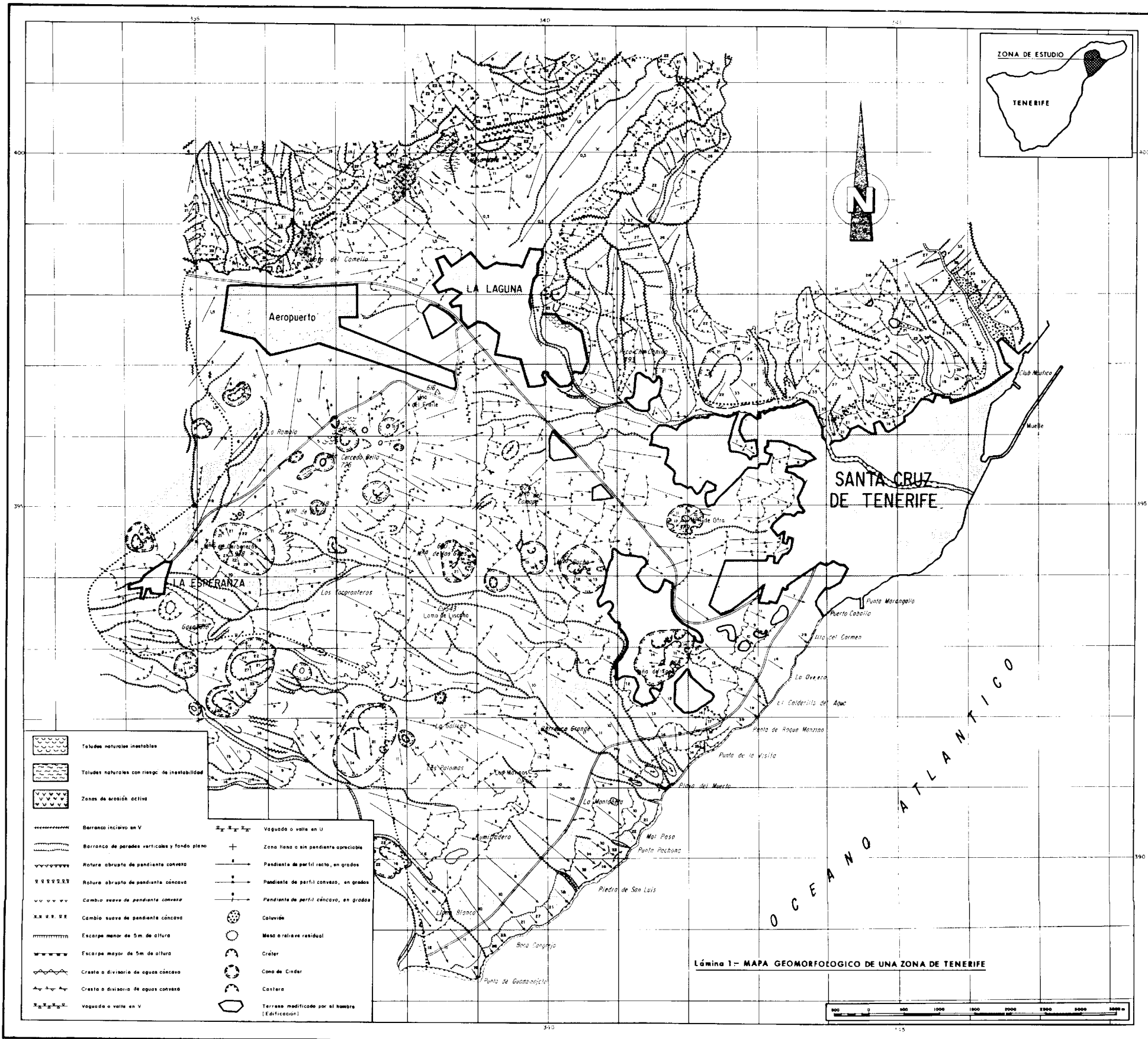
Muchos de estos conos conservan bien definido su cráter, si bien, existen abundantes centros de emisión sin cráter y algunos escudos volcánicos situados al Sur de La Laguna.

Una red algo rectilínea y dentrítica de barrancos de escasa profundidad corta a las formaciones lávicas, con direcciones predominantes hacia el Sur-Oeste. Excepcionalmente, el Barranco de Santos se encaja profundamente y va bordeando el límite del macizo de Anaga, desembocando en Santa Cruz.

Por incluirse en el mismo proyecto un mapa geológico de la zona, a escala 1:25.000, no se representaron datos litológicos en el mapa geomorfológico. Sin embargo, los aspectos morfológicos, morfométricos y algunos procesos dinámicos de relevancia al fin propuesto, constituyeron la principal información representada gráficamente.

De las consecuencias que del mapa geomorfológico se derivan, la inclinación de las pendientes es, sin duda, uno de los factores que más destacadamente influye sobre la planificación y desarrollo urbano. Este factor constituye un criterio exclu-







yente y selectivo, cuya repercusión económica se ejercerá a lo largo de todo el plan urbano.

Ante la importancia de este factor, se agruparon las pendientes según las siguientes categorías: 0-2,5, 2,5-5, 5-10, 10-15, 15-20 y superior a 20 (expresadas en tanto por ciento), representándolas sobre un mapa a distintos colores. De la misma forma se agruparon las pendientes con criterios de evaluación urbana, y se presentaron en otro plano coloreado, para indicar verde u óptimo, amarillo o restringido y rojo o inadecuado, y de acuerdo con las siguientes categorías:

- Optimo, menor del 5 por ciento.
- Favorable, entre el 5 y el 10 por ciento.
- Restringido, entre el 10 y el 20 por ciento.
- Inadecuado, superior al 20 por ciento.

Este sistema permitió separar de manera directa y simple las zonas más adecuadas para el desarrollo urbano de las menos favorables, de acuerdo con la inclinación de pendientes.

#### CONCLUSIONES

Los mapas morfológicos aportan una apreciación integrada y completa del relieve, indicando la clase y magnitud de los procesos exógenos que sobre él se operan.

Por la naturaleza de su información, los mapas geomorfológicos pueden ser de gran utilidad para la planificación territorial, ingeniería civil, agricultura y prospección y explotación de los recursos naturales.

Los mapas geomorfológicos tienen su principal utilidad en las etapas iniciales de investigación, y pueden tomarse como base para los mapas geológico-ingenieriles. Asimismo pueden contribuir al

diseño de las investigaciones geotécnicas y en la predicción de los efectos de cualquier modificación antropogénica en el relieve.

Los mapas geomorfológicos aportan criterios de importancia decisiva en la planificación urbana que, en muchos casos, constituyen factores excluyentes y selectivos. A través del ejemplo presentado se ilustran algunos de estos aspectos, así como las consecuencias e influencias que de los mismos se derivan sobre la planificación urbana.

#### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a don Francisco García Talavera la colaboración prestada en la medida de pendientes, y a don Javier Pedraza sus comentarios durante la preparación del manuscrito. Asimismo agradece a la Empresa Nacional Adaro y al Instituto Geológico y Minero las facilidades dadas para la publicación de este trabajo.

#### BIBLIOGRAFIA

- ANON: *The preparation of Maps and Plans in terms of Engineering Geology*. "Q. Jl. Engng. Geology", 5, 293-381 (1972).
- BRUNSDEN, D., et al.: *Large scale geomorphological mapping and Highway engineering design*. "Q. Jl Engng. Geology", 8, 227-254 (1975).
- COOKE, D. N., & DOORNKAMP, J. C.: *Geomorphology in Environmental Management*, 413 pp., Clarendon Press, Oxford (1974).
- DEMEK, J.: *Manual of Detailed Geomorphological Mapping*. Academia, Prague, 369 pp. (1972)
- FAIRBRIDGE, R. D.: *The Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold Book Corp., New York, 1295 pp. (1968).

Recibido: Junio 1976.



## El yacimiento de magnesita de Incio (Lugo, España)

Por M. DOVAL (\*), M. BRELL (\*\*) y E. GALAN (\*\*\*)

### RESUMEN

El yacimiento de magnesita de Incio (Lugo) ha sido estudiado desde el punto de vista geológico y mineralógico. A partir de los datos obtenidos se ha delimitado la morfología y la posición estratigráfica del material beneficiable y se ha establecido que su génesis corresponde a una sedimentación de carácter químico en un medio tipo lagoon, con la superposición posterior de un proceso de metamorfismo regional de grado bajo-medio. Se discuten también las posibilidades tecnológicas de este yacimiento, especialmente con respecto a su empleo en la fabricación de refractarios básicos.

### ABSTRACT

The geology and mineralogy of the Incio magnesite deposit has been studied. From these data the shape and the stratigraphic location of magnesite have been determined. The genesis correspond to a chemical sedimentation in a lagoon type basin with a superimposed action of regional metamorphism of low-medium grade. The technological application mainly in order to the refractory industry are also discussed.

### INTRODUCCION

La magnesita es un mineral de múltiples aplicaciones y es actualmente deficitario en el mundo, debido en parte a la escasez de sus yacimientos y en parte a la falta de criterios suficientes de prospección. En la mayor parte de los yacimientos no se ha conseguido establecer sus condiciones de formación, lo que dificulta además la búsqueda de nuevas reservas. Este problema se agudiza todavía más en los yacimientos de magnesita asociados a dolomías, cuyo carácter sedimentario o epigenético está todavía sujeto a controversia.

Actualmente, en España sólo se encuentran en explotación dos yacimientos de magnesita; no obstante, existen afloramientos conocidos en Málaga (Cortijo de Puertas), Almería (Sierra de Gádor), Astu-

rias (Aguilar y Caldaredo) y en Madrid (El Escorial). Además, se ha descubierto recientemente un nuevo yacimiento en la provincia de Guadalajara que promete ser importante.

Las explotaciones actuales de magnesita se localizan en Incio (Lugo) y Asturreta (Navarra). Ambas se encuentran asociadas a dolomías y ninguna de ellas ha sido estudiada con el suficiente detalle como para establecer una hipótesis genética convincente. La producción anual conjunta supera los 300 millones de pesetas.

La adquisición de nuevos conocimientos sobre la magnesita y sus condiciones de formación pueden, sin duda, contribuir al descubrimiento de otros criterios de prospección útiles para la búsqueda de acumulaciones de interés económico. Es posible incluso que, dada la dificultad de identificar este mineral en el campo, existan acumulaciones de magnesita explotables dentro de las formaciones carbonatadas, tan ampliamente representadas en nuestra Península, que hayan sido descritas como dolomías, pasando así desapercibidas.

El objetivo fundamental del presente estudio consiste en establecer las condiciones de formación del yacimiento de magnesita de Incio (Lugo), su composición mineralógica y química y sus posibilidades futuras, tanto en cuanto a búsqueda de nuevas reservas como a su aprovechamiento desde el punto de vista técnico.

Los antecedentes bibliográficos existentes sobre este yacimiento se reducen a los trabajos de GÓMEZ DE LLARENA (1959), TARAZONA (1967) y GUILLOU (1970). Tanto Gómez de Larena como Guillou coinciden en asignar a este yacimiento un origen probablemente sedimentario, basándose en consideraciones de índole textural y morfológico en el caso de Gómez de Larena y de índole paleogeográfico en el caso de Guillou, aunque ambos autores exponen la imposibilidad de una hipótesis genética definitiva por falta de un estudio mineralógico detallado, tanto de superficie como de profundidad.

El estudio de Tarazona es de carácter tecnológico y no ofrece, por lo tanto, ninguna aportación en cuanto a la génesis de este yacimiento. No obstante, recoge algunos datos sobre resultados de sondeos realizados, que ponen de manifiesto la homogeneidad de la formación, así como la existencia de un segundo nivel por encima del principal, aunque de dimensiones mucho más reducidas.

### II. SITUACION GEOLOGICA Y GEOGRAFICA DEL YACIMIENTO

Los diferentes afloramientos de carbonato magnésico se encuentran comprendidos en una zona entre las coordenadas 3° 48' - 3° 43' W y 42° 40' - 42° 42' N. Constituyen una serie de niveles lenticulares de escasa continuidad, cuya potencia no sobrepasa los 15 m., intercalados entre materiales esquistosos, en contacto normal y bien neto a simple vista.

De las observaciones de campo se desprende la existencia de, al menos, dos niveles estratigráficos distintos. El más inferior (explotado actualmente en el paraje de Pacios) posee una potencia máxima de 16 m., mientras que el superior (denominado por los mineros como "nivel satélite"), tiene una potencia máxima de 7 m. aunque en la mayor parte de los casos no alcanza los 2 m.

La mejor observación puede realizarse en la explotación principal, efectuada en Pacios. Siguiendo el nivel magnésico inferior, puede deducirse una continuidad de unos 5 km. desde la explotación ha-

cia el W, mediante los afloramientos de Pacios (número 6), kilómetro 3,83 del ferrocarril que va de Lugo a Sarriá (número 7) y Cervela (número 9). Hacia el E el nivel magnésico desaparece bruscamente y los nuevos tramos calcáreos que aparecen a un nivel estratigráfico comparable al de las magnesitas son ya de naturaleza calcárea o dolomítica (canteras de caliza de Mao, a unos 9 km. al E de Pacios).

El nivel satélite (nivel superior) ha sido localizado en los siguientes afloramientos (de E a W): Bar-daos (número 1); camino de Pacios a Castro de Santalla (número 3); Castelo (número 4); Rubián de Cima (número 8) y Santalla (número 2). Además, en sondeos realizados por la empresa explotadora, se ha atravesado por encima del nivel principal.

El afloramiento de Santalla se encuentra de tal manera, que tanto podría ser correlacionado con el nivel superior como con el inferior, aunque por la composición mineralógica de los esquistos encajantes debe ser correlacionado con este último, ya que los esquistos de su muro son análogos a los del techo del nivel principal, como veremos en el correspondiente capítulo.

Delimitando lo mayor parte de los afloramientos de magnesita detectados, existe una concesión de más de 4.000 hectáreas repartida en dos grupos mineros, pertenecientes al término municipal de Incio en su mayor parte, y, al de Sarriá.

La explotación principal se encuentra en la localidad de Pacios, en la carretera que va a Incio, partiendo del kilómetro 36 de la Comarcal de Lugo a Orense. Intermitentemente se explotan algunos otros afloramientos como el de Santalla o el existente en el camino que va desde Pacios al Castro de Santalla (cantera abandonada).

La ubicación del yacimiento es muy difícil, a falta de los sondeos necesarios. No obstante, recogemos los datos facilitados por la empresa explotadora (Magnesitas de Rubián, S. A.) que, mediante una campaña de sondeos realizada hace años, estimó unas reservas seguras de más de 80 millones de toneladas y unos recursos totales superiores a los 200 millones de toneladas.

A escala regional, el yacimiento puede considerarse encuadrado en los niveles inferiores del Cámbrico en la zona Astur-occidental-Leonesa de Lotze, próximo a sus límites con la zona Centro Ibérica. Exactamente en la denominada serie de Candana.

En la figura 1 se representa la cartografía realizada sobre las proximidades del yacimiento, así como

(\*) Departamento de Cristalografía y Mineralogía.

(\*\*) Departamento de Estratigrafía.

(\*\*\*) Instituto Luis Mallada, C. S. I. C. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.



la localización de todos los afloramientos muestreados. En la misma figura, se muestra la serie estratigráfica general correspondiente a la zona cartografiada. Desde el punto de vista estructural, el yaci-

miento se localiza en el extremo meridional del denominado por MATTE (1968) "domo de Lugo-Villalba". Dicha estructura constituye un gran anticlinorio vergente hacia el E o NE en cuyo núcleo afloran esquistos del Precámbrico. La zona mineralizada se encuentra en el flanco normal de este anticlinorio, que desaparece hacia el E y hacia el S en contacto tectónico bajo el gran pliegue tumbado de la Sierra del Caurel.

Toda la región está afectada por el metamorfismo regional hercínico (CAPDEVILA, 1969), de temperatura intermedia y baja presión que, en los esquistos que constituyen la roca encajante de la mineraliza-

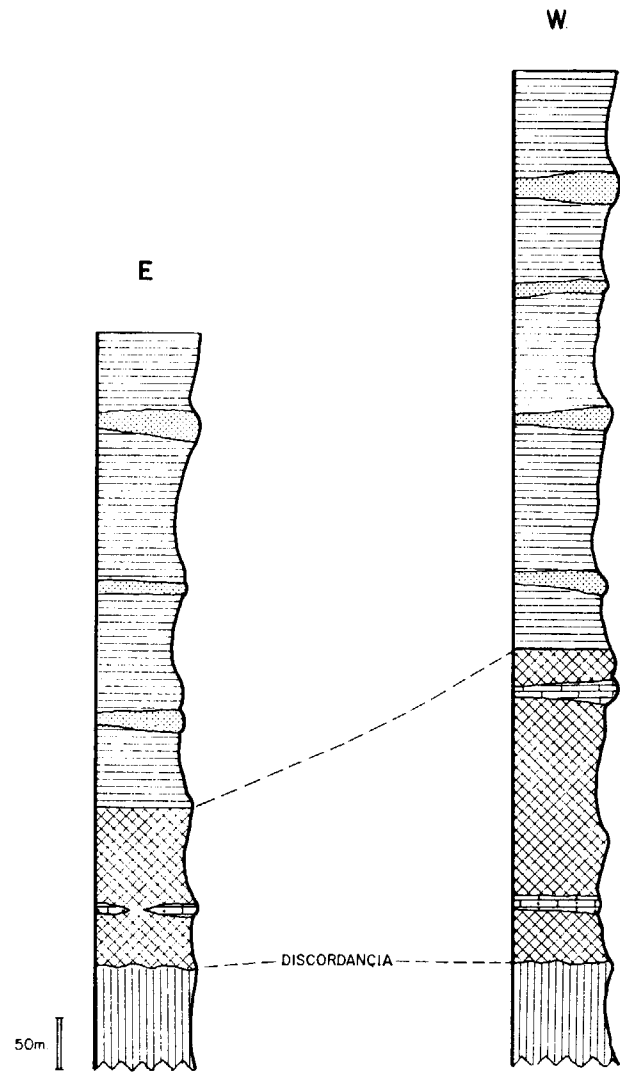
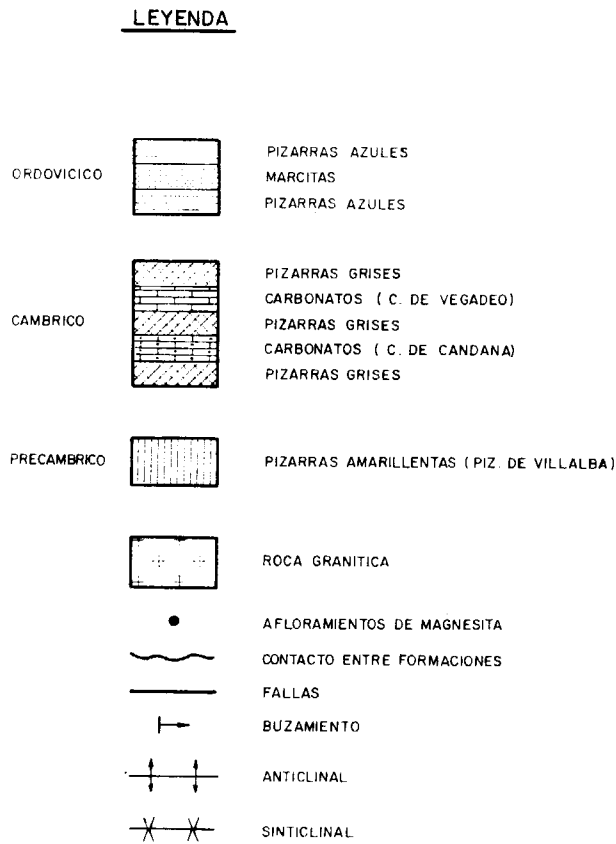
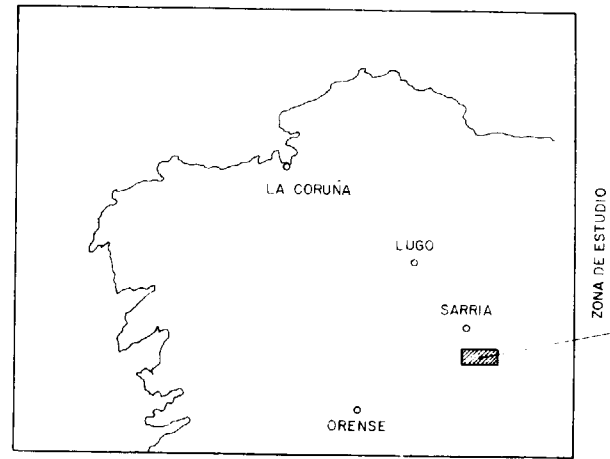
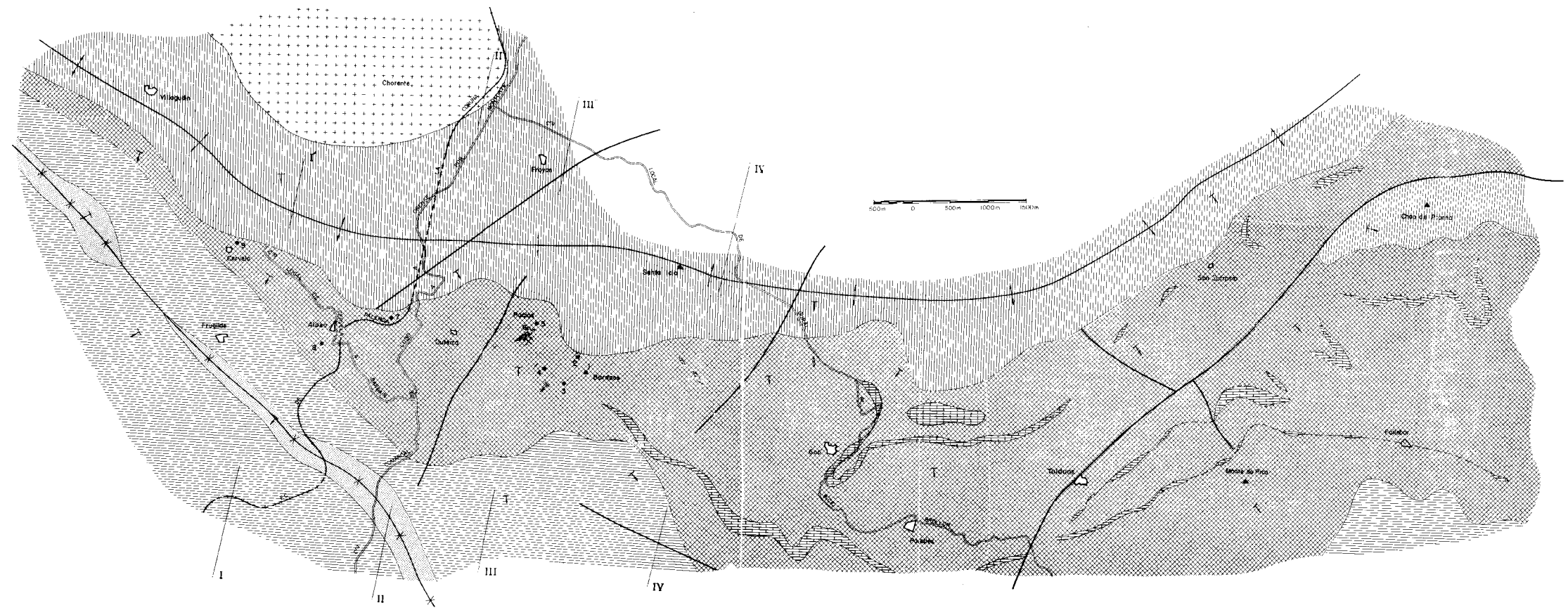


Figura 1







ción ha originado la asociación cuarzo-biotita-clorita-moscovita-granate-esfena-opacos (figs. 2 y 3).

Las manifestaciones magmáticas más cercanas al yacimiento son los macizos graníticos de Sarria, al NW de Incio (aproximadamente a 3 kilómetros) y las doleritas postectónicas de la Sierra del Caurel, situadas a unos 20 kilómetros al SE de Pacios.

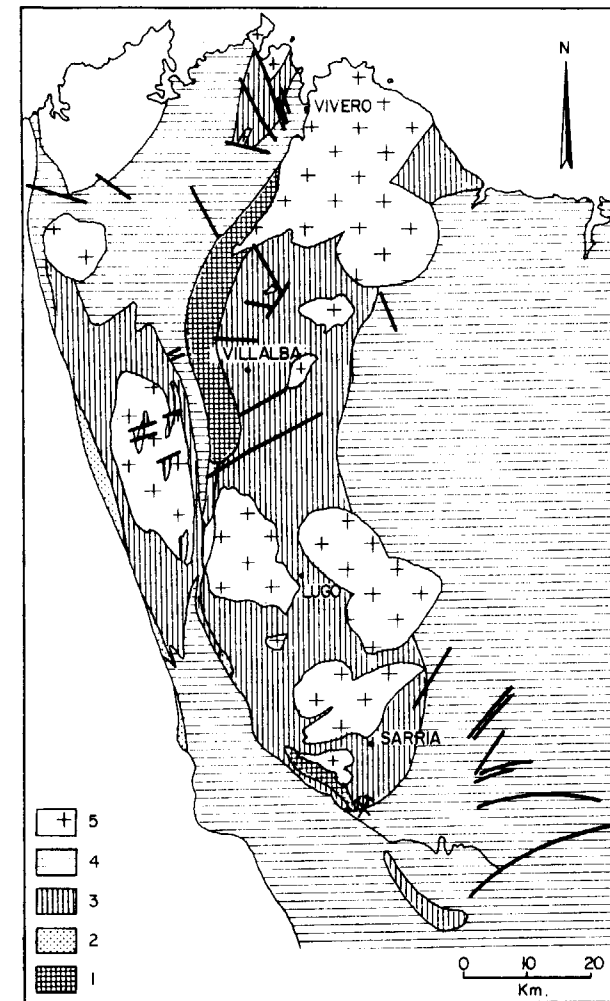


Figura 2

Repartición de subfacies de metamorfismo (Según CAPDEVILA, 1969)

- 1: anfibolitas epidóticas y anfibólicas almandínicas. Serie C.
- 2: anfibolitas epidóticas y anfibolitas almandínicas. Serie B.
- 3: anfibolitas epidóticas y anfibolitas almandínicas. Serie C.
- 4: Esquistos verdes.
- 5: Granitos hercínicos indiferenciados.

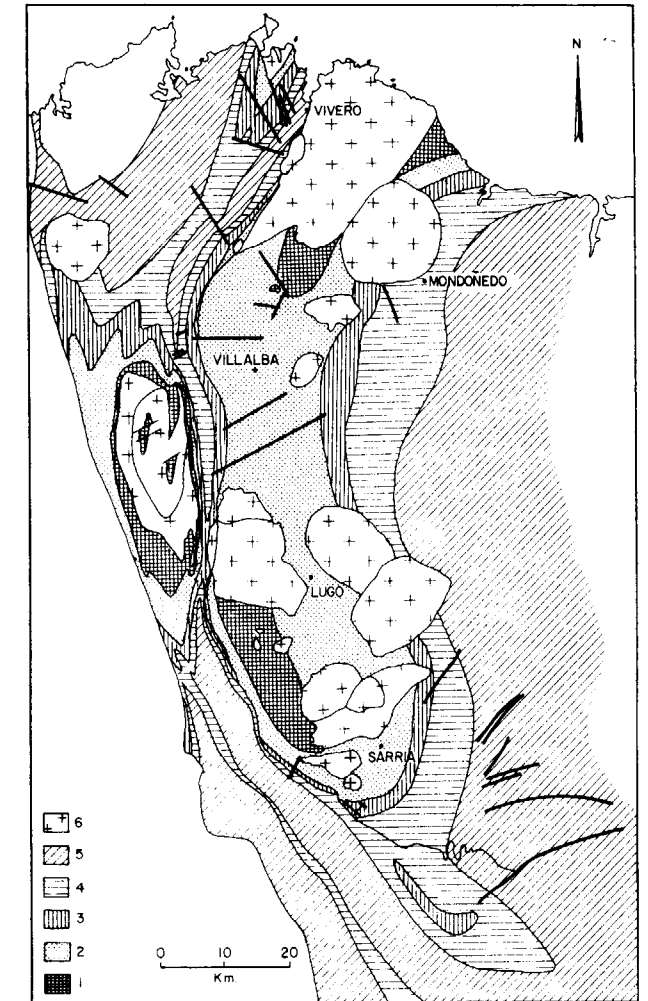


Figura 3

Distribución de zonas de metamorfismo (según CAPDEVILA, 1969)

- 1, zona de sillimanita; 2, íd. estauroлита; 3, íd. almandino; 4, íd. biotita; 5, íd. clorita; 6. granitos.

### III. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

Como ya se ha expuesto anteriormente, los afloramientos principales de magnesita se localizan en los parajes denominados Pacios y Castro de Santalla. En Pacios, se encuentra la explotación principal, sobre cuyo frente se han tomado cinco series de muestras, separadas entre sí por unos 30-40 m., muestreando el nivel a intervalos aproximados de 1-2 m.



El muestreo ha comprendido en todos los casos a los materiales encajantes, en el contacto y a unos metros del contacto, tanto en techo como en muro, siempre que ha sido posible el acceso.

Se ha muestreado asimismo la prolongación hacia el E, del nivel principal, que aparece en una cantera, actualmente abandonada, de unos 7 m. de potencia. Más al S, a unos 300 m. en línea recta con la explotación principal, existe otro frente más reciente y cuyas dimensiones son de unos 10 m. de potencia por 150 m. de corrida. Este frente parece corresponder al nivel principal, existiendo una pequeña fractura de dirección E-W, que ha levantado una parte de dicho nivel con respecto a la otra.

Hacia el W del yacimiento de Pacios, se han estudiado dos nuevos afloramientos, en los parajes denominados Cervela y Rubián de Cima, de mucha menor potencia y con un carácter casi exclusivamente dolomítico.

La falta de afloramientos intermedios y de sondeos, ha imposibilitado el estudio más en detalle de este cambio lateral de facies. Por último, se han realizado tomas de muestras sobre afloramientos de escasa potencia del denominado "nivel satélite", que está separado del nivel inferior por unos 40 m. de materiales esquistosos.

Aunque a primera vista, el nivel de magnesita muestra un aspecto bastante homogéneo, pueden observarse, sin embargo, pequeñas diferencias de muro a techo, siempre graduales. Es una constante, por ejemplo, la aparición de un nivel de pocos centímetros de potencia en los contactos de la magnesita con los esquistos encajantes, de un material muy duro, de color gris y aspecto masivo, cuyo estudio mineralógico nos ha llevado a denominarle "nivel cuarcítico".

El material carbonatado, muestra hacia el muro una textura arenosa, con un tamaño de grano en general bastante grueso (del orden de hasta un centímetro), tonos grises y un ligero bandeo, paralelo al contacto. Hacia la zona intermedia, la magnesita es en general de tonos muy claros, muy compacta y cristalina, de aspecto casi marmóreo, y hacia la parte superior, cerca ya del contacto con los esquistos encajantes, encontramos un nivel de magnesitas de tonos violetas, de aspecto en general masivo y sin bandeo.

Los esquistos encajantes no muestran a simple vista ninguna diferencia en muro y techo. Son esquistos de grano fino, con esquistosidad muy fina

y marcada, en general de tonos grises, con irisaciones y moteados, y muy alterados en la mayor parte de las muestras.

Los restantes afloramientos muestreados son de muy poca importancia en cuanto a explotabilidad. En el muro del afloramiento de Cervela es donde únicamente afloran los materiales encajantes y presentan el mismo aspecto que el descrito para la cantera principal. La magnesita se encuentra en este caso muy recristalizada, en una masa de tonos rosa-amarillentos con grandes cristales romboédricos asociados. En Rubián de Cima, la dolomía presenta también el aspecto de una masa de color rosado con multitud de geodas rellenas de grandes cristales romboédricos de color blanco. Todo el conjunto se encuentra atravesado por algunas vetas de cuarzo de dimensiones muy reducidas.

En cuanto al denominado "nivel satélite", está formado por magnesita de tonos grises, con un bandeo oscuro, grosero y difuso, muy compacta y dura en algunas muestras y francamente arenosa en otras.

#### IV. METODOS Y TECNICAS EXPERIMENTALES

El estudio mineralógico cualitativo se ha realizado en todas las muestras por difracción de rayos X, mediante el método del polvo cristalino, aunque en algunos casos ha sido necesario para la mejor identificación de los filosilicatos presentes, trabajar con agregados orientados, sometidos, según el caso, a calentamiento a 550° o a tratamiento con etilenglicol.

También se ha determinado la composición química de una serie de muestras seleccionadas, tanto de los esquistos de muro y techo como de la masa beneficiable, mediante las técnicas habituales de gravimetría, colorimetría, complexometría y espectrofotometría de llama.

En los materiales carbonatados, se ha determinado también por difracción de rayos X, según el método del standard interno, los porcentajes de calcita, dolomita, cuarzo y magnesita de cada muestra.

La cuantificación se ha realizado siguiendo el método usado por AYLLÓN (1974) y basándose para los cálculos en las curvas obtenidas por dicha autora para carbonatos y cuarzo. El standard interno utilizado fue fluorita y se empleó el cuarzo como diluyente.

Para el análisis cuantitativo se partió de mezclas de polvo de la muestra, a las que se adicionó un 18 por 100 de fluorita. Dichas muestras fueron homogeneizadas mecánicamente durante períodos de veinte minutos. Los difractogramas se rodaron a 1°/min. y el intervalo de exploración fue de 26 a 33°, que comprende las principales reflexiones de todos los minerales presentes. Para la determinación, se utilizaron las mediciones de alturas correspondientes a la reflexión a 3,03 Å para calcita, a 2,88 Å para dolomita, a 2,74 Å para magnesita, 3,15 Å para fluorita y a 3,34 Å para cuarzo.

Con respecto a la metodología empleada por Ayllón, se introdujeron pequeñas modificaciones, tendentes sobre todo a simplificar las condiciones de trabajo, intentando comprobar la aplicabilidad del método a un número considerable de muestras, como es el caso que nos ocupa (del orden de 200 muestras).

Dichas modificaciones han consistido en lo siguiente:

1. No se ha introducido cuarzo como diluyente en las muestras, al estar ya presente este mineral, en la mayor parte de ellas.

2. El tamaño de partícula empleado ha sido el inferior a 53 µ, que es el que se utiliza normalmente para análisis difractométricos de rutina. Se ha comprobado que en estas condiciones se obtiene también una buena reproducibilidad, aumentando ligeramente el tiempo de homogeneización.

De las curvas obtenidas por Ayllón, se han obtenido los siguientes "poderes reflectantes" de los distintos carbonatos con respecto al cuarzo y fluorita:

$$\frac{I_{Q3,34}}{I_{Mg2,71}} = \frac{2}{1,28}; \quad \frac{I_{Q3,34}}{I_{Ca3,03}} = \frac{2}{2,2}; \quad \frac{I_{Q3,34}}{I_{Do2,88}} = \frac{2}{1,3}$$

$$\frac{I_{Fl3,15}}{I_{Mg2,74}} = \frac{1,4}{1}; \quad \frac{I_{Fl3,15}}{I_{Ca3,03}} = \frac{1}{1,8}; \quad \frac{I_{Fl3,15}}{I_{Do2,88}} = \frac{1}{1}$$

Como se utiliza para este método la reflexión más intensa de cada carbonato, cuya intensidad varía teóricamente de forma considerable con las sustituciones isomórficas presentes, se ha puesto a punto un programa de cálculo de intensidades teóricas con ayuda de un microordenador, para estimar previamente dichas sustituciones. Los resultados de este estudio han sido recogidas en un trabajo anterior. (DOVAL y GALÁN, 1976).

El análisis mineralógico por microscopia de luz transmitida ha sido de gran utilidad en el estudio

de materiales esquistosos. Sin embargo, en el de los carbonatos ha sido sólo de relativo interés, debido por una parte a que el metamorfismo regional ha provocado la desaparición de todas las estructuras primarias en ellos, y por otra a la dificultad de distinguir con el microscopio los distintos carbonatos de la serie de la calcita. Se ha intentado la identificación mediante técnicas de tinción, específicas para diferenciar magnesita de dolomita en lámina delgada (CARVER, 1970), pero ninguna de las aplicadas ha dado buenos resultados, por lo que el estudio óptico de los carbonatos ha servido tan sólo para determinar tamaños de cristal e identificar los minerales accesorios que acompañan a los carbonatos en la masa beneficiable.

Por último, para conocer el comportamiento térmico de estos carbonatos y además como técnica identificadora, se han realizado estudios por DTA y TG, centrados sobre las muestras de una serie completa de la explotación principal.

Mediante el estudio termogravimétrico se ha calculado también el contenido en CO<sub>2</sub> de cada una de las muestras y las temperaturas a que ha tenido lugar su desprendimiento. Difícilmente pueden deducirse resultados cuantitativos de estos datos, puesto que, en primer lugar, el contenido en CO<sub>2</sub> de cualquier fase, viene influido por las sustituciones isomórficas, y en segundo lugar, los escalones correspondientes a los distintos carbonatos, se solapan en la mayor parte de los casos.

#### V. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

En la figura 4 se representan las composiciones mineralógicas medias correspondientes a cada uno de los materiales estudiados.

Como puede apreciarse, las muestras estudiadas del nivel magnésico están constituidas esencialmente por carbonato magnésico. La dolomita y el cuarzo, junto con mica y clorita, son los minerales secundarios fundamentales, acompañados a veces de muy pequeñas cantidades de calcita, siderita, dos tipos de interstratificados y minerales opacos, fundamentalmente pirita.

Existe heterogeneidad en el tamaño de los cristales de magnesita, aunque dominan los tamaños grandes, que alcanzan normalmente 1-2 mm. El hábito cristalino no es romboédrico, sino más bien alargado, casi lenticular. La superficie de los cristales



les está normalmente opacificada por impurezas de óxidos de hierro, pero la exfoliación es clara, estando además prácticamente ausente el maclado. Los cristales de dolomita muestran un hábito romboédrico más claro, evidente en las muestras compuestas casi exclusivamente por este carbonato, aunque en muestras en que la dolomita es minoritaria, no

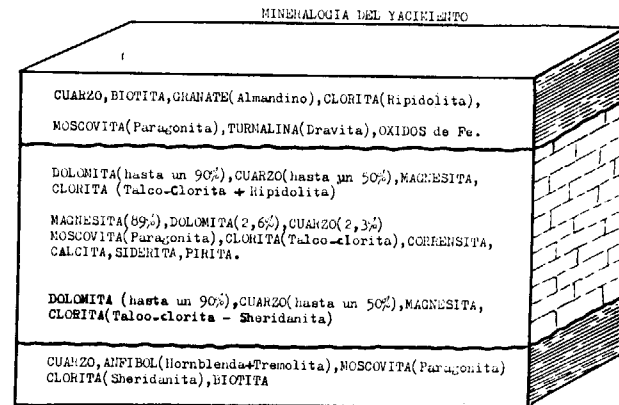


Figura 4

Representación esquemática de la mineralogía del yacimiento

puede apreciarse esta diferencia de hábito, debido tal vez al pequeño tamaño de los cristales o a que varía el hábito de la dolomita, influenciado quizá por la fuerte tendencia de la magnesita a presentar formas alargadas. Los cristales de cuarzo y mica aparecen distribuidos irregularmente dentro de los cristales de carbonato.

Las micas encontradas en este tipo de materiales son casi siempre de composición próxima a la moscovita, aunque se encuentran también pequeñas cantidades de paragonita.

Las micas potásicas presentan un índice de Kubler (KUBLER, 1964) comprendido entre 1,2 y 2,5, correspondiente a micas afectadas por un metamorfismo de epizona. Aplicando los diagramas de Esquivin (1969), se confirma que son micas epizonales y, a partir de la relación de intensidades  $I_{(002)}/I_{(001)}$ , se deduce que son fundamentalmente aluminicas. Según el método de GUIDOTTI (1966), se obtiene para ellas un grado de paragonitización  $(Na/(Na+K))$  variable, comprendido entre 0 y 0,3.

Las cloritas encontradas en la masa mineralizada corresponden a las especies talco-clorita (variedad del essita) según la clasificación de HEY

(1954). En las zonas próximas a los esquistos aparecen dos tipos diferentes, coexistiendo con el anterior. En el techo, la asociación es talco-clorita-ripidolita y, en el muro, talco-clorita-sheridanita. Todas las especies han sido determinadas por difracción de rayos X, considerando los trabajos de BRINDLEY (1961), PETRUK (1964), POST y PLUMMER (1972) y BAILEY (1972).

Esporádicamente, aparece también en las muestras de magnesita una pequeña cantidad de talco y de dos interestratificados bastante regulares, de tipo 14-14<sub>n</sub> y, en menor proporción, 10-14<sub>i</sub>. El primero de ellos, ha sido determinado como clorita-clorita hinchable, puesto que su comportamiento frente a los tratamientos térmico y con etilenglicol, responde al descrito por MARTÍN VIVALDI y Mc EWAN (1960) para la corrensitita. El segundo, ha sido determinado como illita-clorita.

Hacia el techo y el muro, la magnesita va siendo sustituida progresivamente por dolomita. Justamente en el tránsito con las pizarras, aparece un nivel compuesto por alternancias, paralelas a la estratificación, de cuarzo y dolomita (a escala microscópica).

En las figuras 5 a 8, se recogen los resultados del análisis mineralógico cuantitativo realizado sobre los carbonatos. Como puede verse, en sentido vertical disminuye el contenido de magnesita hacia el

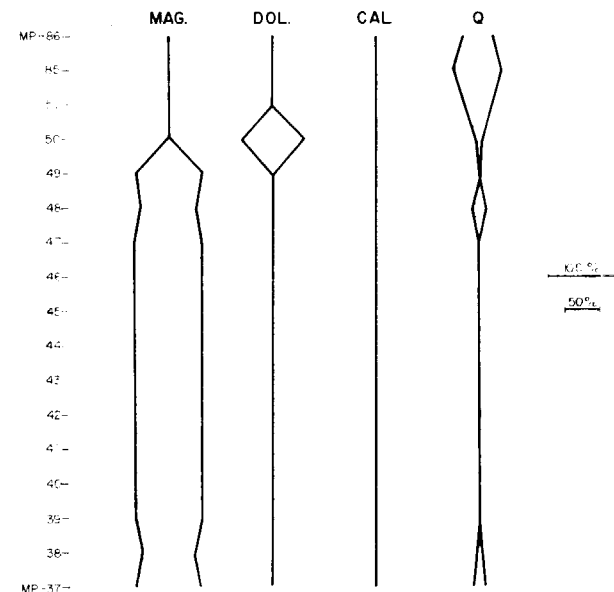


Figura 5

Pacios. Serie A

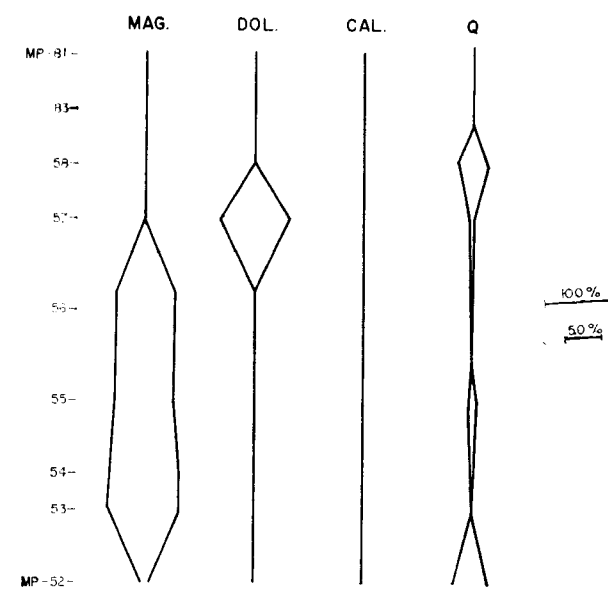


Figura 6

Pacios. Serie B

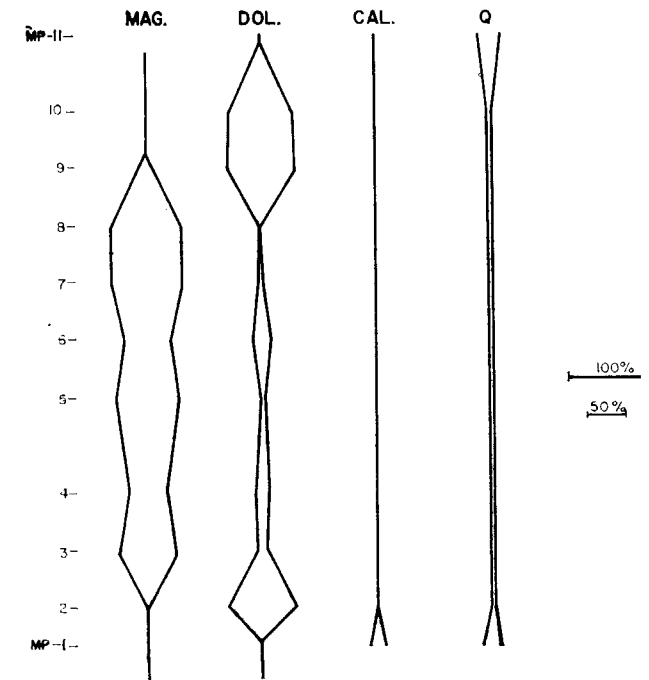


Figura 8

Pacios. Serie E

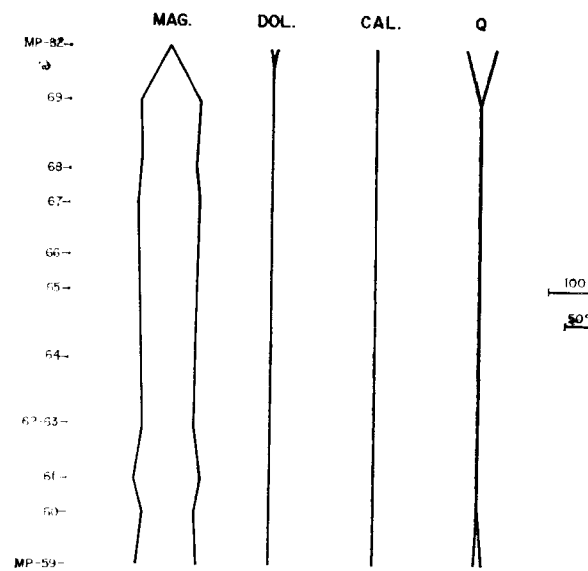


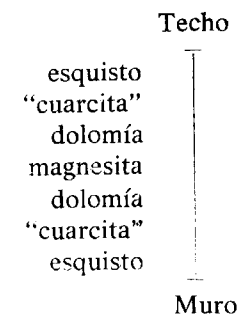
Figura 7

Pacios. Serie C

La presencia de calcita en cantidades significativas, sólo ha sido puesta de manifiesto en una única muestra, correspondiente a un esquisto del muro del nivel inferior. En el resto de las muestras, este mineral se encuentra prácticamente ausente o en cantidades que no sobrepasan al 2 por 100.

El cuarzo, aunque en las magnesitas se encuentra como mineral accesorio en proporciones siempre inferiores al 10 por 100, aumenta hacia los límites superior e inferior del nivel. Se confirma así la existencia de dos pequeños niveles (que Gómez de Llarena describió como cuarcitas), de unos 20 cm. de potencia, en contacto directo con los esquistos.

La secuencia vertical, podría, pues, representarse esquemáticamente como:



muro, encontrándose la máxima concentración en la zona central de los distintos afloramientos. La dolomita varía en sentido inverso, pudiendo apreciarse un aumento importante de este mineral en las zonas próximas a los esquistos. Puede hablarse en realidad, de la existencia de un nivel dolomítico, tanto en el muro como en el techo de la mineralización, en contacto con las rocas encajantes.



En sentido horizontal y debido a las escasas dimensiones de la cantera principal (unos 200 m. de corrida), no es posible observar variaciones apreciables de composición. Pueden, no obstante, establecerse comparaciones con el resto de los afloramientos estudiados correspondientes al nivel inferior. En Cervela, como en el afloramiento del corte del ferrocarril Lugo-Sarriá, puede apreciarse una mayor abundancia de dolomita, que predomina sobre la magnesita.

En cuanto al nivel superior, en el afloramiento de Santalla, la magnesita se encuentra también con un elevado grado de pureza. La dolomita aumenta igualmente hacia el muro y techo de este afloramiento, mostrando la misma secuencia que en la explotación principal. Sin embargo, el cuarzo no sigue la misma pauta. Aumenta ligeramente hacia el techo, pero nunca alcanzando las proporciones observadas en los otros afloramientos. Desde Santalla, hacia el W y en el mismo nivel (Bardaos, Cervela y Rubián de Cima), la potencia total de carbonatos se ve muy reducida, con predominio además de dolomita sobre magnesita.

Las curvas de DTA realizadas sobre algunas muestras de magnesita (fig. 9) muestran el efecto

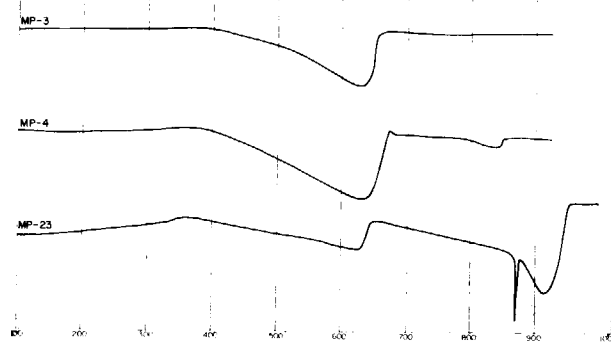


Figura 9

DTA. Muestras de magnesita

endotérmico entre 625 y 650°, característico del carbonato magnésico. En algunos diagramas se encuentra a continuación de este efecto un pequeño exotérmico, que pudiera atribuirse a la oxidación de las pequeñas cantidades de hierro presente en este mineral.

Los efectos característicos de la dolomita sólo aparecen en muestras con contenidos superiores al

60 por 100, lo que prueba la menor sensibilidad de la técnica de análisis térmico diferencial frente a la de difracción de rayos X, para el estudio y caracterización de estos carbonatos en las condiciones standard de trabajo.

En las muestras de magnesita, que contienen del orden de 10 por 100 de dolomita, aparece un pequeño efecto endotérmico, entre 750 y 800° C, que atribuimos a la descomposición del carbonato doble presente. La presencia de un efecto único, faltando el segundo pico característico de la dolomita puede deberse a que, al estar en pequeña cantidad, se imposibilita la recombinación del CO<sub>2</sub> con el CaO para dar calcita, cuya descomposición es la responsable del segundo efecto (DOVAL y MARTÍN POZAS, 1975).

Hay que señalar, por último, la presencia de un pequeño endotérmico, en torno a los 500° C, en las curvas de las muestras próximas al techo, más ricas en dolomita. Este efecto puede ser atribuido a la oxidación del catión Fe<sup>2+</sup>, ya que el carbonato de hierro se descompone a temperatura ligeramente inferior a la magnesita.

Las curvas TG de las muestras de magnesita estudiadas presentan un único escalón, que comienza en torno a los 500°, y que corresponden a pérdidas de peso que oscilan entre el 42 y el 50 por 100. En las muestras impurificadas con pequeñas cantidades de dolomita, la pérdida se produce en dos etapas, mientras que en una muestra con el 65 por 100 de magnesita y 25 por 100 de dolomita se producen tres escalones, como realmente debe corresponder a una mezcla de estos dos materiales (fig. 10).

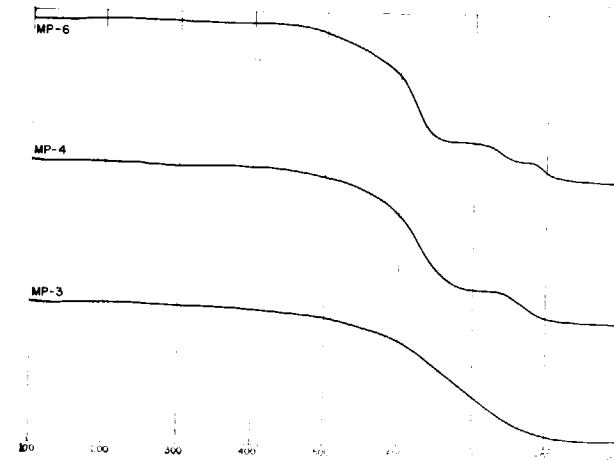


Figura 10

T. G. Muestras de magnesita

La mineralogía de los materiales esquistosos es más compleja y con ligeras diferencias entre los del techo y los del muro. Ambas series contienen como minerales esenciales cuarzo, en cantidades que sobrepasan el 50 por 100 en las zonas más próximas al contacto con la magnesita, y mica, fundamentalmente biotítica. Los esquistos del muro contienen además epidota y dos tipos de anfíbol identificados, por difracción de rayos X y microscopía de luz transmitida, como tremolita y hornblenda verde. Los esquistos del techo de la formación muestran la asociación cuarzo - biotita - almandino, identificado este último mediante microsonda electrónica. Como minerales accesorios se encuentran, tanto en el muro como en el techo de la formación, circón, apatito, clorita, minerales opacos (esencialmente piritita) y turmalina (dravita).

En lámina delgada, los materiales que encajan la magnesita aparecen como esquistos de grano fino, con linearidad muy visible, en su mayor parte formada por alternancias de bandas claras, ricas en cuarzo, a veces cementadas por carbonatos y bandas más oscuras, ricas en minerales ferromagnesianos.

Los granos de cuarzo son en general subidiomorfos, aunque se encuentran formas con hábito hexagonal perfecto y con extinción ondulante. Con frecuencia aparecen agregados de pequeños cristales formando "ojos", alrededor de los cuales está deformada la esquistosidad.

La biotita presenta dos aspectos distintos. El más abundante aparece como pequeños cristales alargados, con un pleocroísmo moderado, de verde a marrón, y constituye la mayor parte de las bandas oscuras que alternan con las claras, ricas en cuarzo. Pero puede aparecer además, especialmente en muestras de los esquistos del techo, como grandes cristales, con un pleocroísmo muy acusado, de amarillo pálido a rojo, y cuyas líneas de exfoliación son oblicuas a la esquistosidad primitiva, la cual se adapta a los bordes de estos cristales.

Los cristales de granate, de tamaño bastante variable, se encuentran también deformando la esquistosidad primitiva. Son incoloros y perfectamente isótropos, con pequeñas inclusiones de cuarzo y circón. Su composición, obtenida por microsonda electrónica, responde a 30 por 100 de Fe, 1,86 por 100 de Ca y 6,11 por 100 de Mn. En algunos casos se encuentran alterados a clorita o a óxidos de hierro, aunque la alteración se limita a los bordes y líneas de fractura. La presencia de óxidos de hie-

rrero libres es, en general, mucho más acusada en el techo que en el muro de esta formación.

La tremolita se encuentra en cristales muy alargados, prácticamente aciculares, de pequeño tamaño y pleocroísmo poco acusado, de incoloro a verde, algo azulado en ocasiones.

El anfíbol tipo hornbléndico, por el contrario, muestra un hábito laminar, con secciones hexagonales frecuentes, en las que se aprecian muy bien los dos sistemas de líneas de exfoliación y con un pleocroísmo más acusado de verde a marrón. Ambos anfíboles se encuentran concentrados en bandas, asociados siempre a cristales de epidota (serie epidota s. s.-zoisita).

La turmalina se presenta, en general, en cristales idiomorfos, la mayor parte rectangulares, con pleocroísmo acusado en tonos verdes, aunque también son frecuentes las secciones triangulares, isótropas. Su identificación, como término próximo a la dravita, se ha realizado por medidas de birrefringencia en distintos cristales, comparando los resultados con los de WINCHELL (1964).

La identificación de cloritas y micas se ha realizado, en la mayor parte de los casos, por difracción de rayos X, debido al pequeño tamaño de sus cristales. La variedad de clorita encontrada en los esquistos del muro ha sido la sheridanita, mientras que en los esquistos del techo la variedad de clorita presente corresponde a términos mucho más ricos en hierro, desde pseudoturingita a ripidolita.

Se han detectado por último, por difracción de rayos X, pequeñas cantidades de feldespato, posiblemente plagioclasas, que no se han observado al microscopio, por su pequeño tamaño y por no presentar ningún tipo de maclado típico.

## VI. EL METAMORFISMO DE LOS MATERIALES ESTUDIADOS.

De la mineralogía de los materiales carbonatados y esquistosos, pueden obtenerse conclusiones de interés en lo que respecta al grado de metamorfismo que ha sufrido esta zona y a la influencia que dicho metamorfismo haya podido tener en la formación de la magnesita.

Las asociaciones fundamentales obtenidas son las siguientes:

Esquistos del muro: cuarzo - moscovita - biotita - actinolita - hornblenda - epidota - clorita.



Nivel magnésico: magnesita - dolomita - cuarzo - moscovita - clorita.

Esquitos del techo: cuarzo - moscovita - biotita - granate - clorita.

La asociación encontrada en los esquistos del muro podría encuadrarse en la transición de las facies de esquistos verde a la de anfibolitas almandínicas, de metamorfismo regional de presión intermedia y correspondiente a materiales de composición básica (TURNER, 1968). Según WINKLER (1974), corresponde a la transición de metamorfismo regional de grado bajo a grado intermedio, dentro de la isograda de reacción "hornblenda-in".

La asociación de los esquistos del techo corresponde a la isograda de reacción denominada por WINKLER (1974) "almandino-in", que indica unas condiciones termodinámicas de un metamorfismo similar a las anteriormente expuestas, sólo que actuando sobre materiales de composición inicial más ácida.

Por otra parte, la asociación mineralógica encontrada en los niveles magnésicos concuerda también con el grado de metamorfismo deducido para los esquistos, de acuerdo con las tablas aportadas por WINKLER (1974, p. 332).

## VII. HIPOTESIS GENETICA.

De los estudios realizados sobre este yacimiento, se deduce la perfecta concordancia de la magnesita dentro de la serie correspondiente al Cámbrico inferior de la zona estudiada. A pesar de la proximidad relativa de manifestaciones ígneas ligadas a la orogenia hercínica, el estudio mineralógico no ha puesto de manifiesto la existencia de ningún fenómeno de hidrotermalismo importante, que haya podido causar la formación de la magnesita. Tampoco se encuentran en los esquistos minerales típicos del metamorfismo de contacto en las proximidades del yacimiento. Además, el metamorfismo regional, que ha afectado al conjunto de los materiales de esta zona, es de grado relativamente bajo, y del estudio de lámina delgada se desprende la ausencia de fenómenos metasomáticos importantes.

Todo parece indicar que los procesos que han originado la aparición de la magnesita han sido de tipo sedimentario.

Nos encontramos entonces con una serie sedimentaria depositada en condiciones muy especiales, las cuales han dado lugar al desarrollo de episodios de carbonato magnésico.

Las condiciones de sedimentación correspondieran, a nuestro juicio, a un medio confinado, tipo lago marginal o lagoon, con una sedimentación carbonatada inicialmente cálcica. Como consecuencia de la deposición de carbonato cálcico, probablemente bajo la forma de aragonito, aumentaría la relación Mg/Ca del agua. En un momento dado, y posiblemente debido a una pequeña regresión, se independizaron pequeños lagos a partir del principal, quedando incomunicados. Comenzó en ellos una precipitación de carácter fundamentalmente químico, compuesta aún por carbonato cálcico, por lo que aumentó aún más la relación Mg/Ca. Al aumento de Mg pudo también contribuir la acción de determinadas algas, que posiblemente se desarrollaron en esta zona. Según MILLIMAN (1974), la acción de las algas azules puede hasta multiplicar por 5 la relación Mg/Ca de las aguas marinas. Esta suposición concuerda, además, con la presencia de abundantes grafitizaciones en las muestras del nivel carbonatado, lo que prueba la existencia de materia orgánica en ellas.

Todo lo anteriormente expuesto conduciría a la precipitación directa de carbonato magnésico, probablemente bajo la forma de hidromagnesita. Durante la diagénesis, ambos carbonatos metaestables (aragonito e hidromagnesita) dieron lugar a la constitución definitiva de dolomita y magnesita, principales fases que se encuentran presentes en este yacimiento.

Esta hipótesis está de acuerdo con los datos existentes en la bibliografía, tanto en cuanto a condiciones de estabilidad y síntesis de estos dos carbonatos a temperatura ambiente (CARPENTER, 1962; QUEMENEUR, 1975; LANGMUIR, 1965) como a la formación de estas fases minerales en medios actuales.

Efectivamente, se conocen actualmente un gran número de lagos, lagunas o sebkhas cuyas aguas están fuertemente desequilibradas en magnesio frente al calcio, y en las que se están depositando directamente carbonatos magnésicos, como protodolomita cálcica, hidromagnesita, nesquehonita, huntita y quizá incluso magnesita.

Pensamos que uno de los modelos que más se aproximarían al concebido para este yacimiento, es el lago Coorong, al SE de Australia, estudiado por ALDERMAN en 1965. Dicho autor pone de manifiesto

to la presencia de dolomita, hidromagnesita y aragonito en los sedimentos del fondo de este lago, indicando que la aparición en ellos del carbonato magnésico, está ligada a una situación de incomunicación parcial y a la precipitación previa de carbonato cálcico inorgánico y biogénico.

MULLER et al. (1972), por otra parte, a partir del estudio de sedimentos carbonatados actuales en más de 80 cuencas, proponen un esquema general de la sedimentación de carbonatos de calcio y magnesio, tanto en medios lacustres como marinos. Del esquema propuesto (fig. 11) se deduce que la aparición de magnesita (aunque siempre de origen diagénético) está ligada a ambientes de tipo "lagoons"

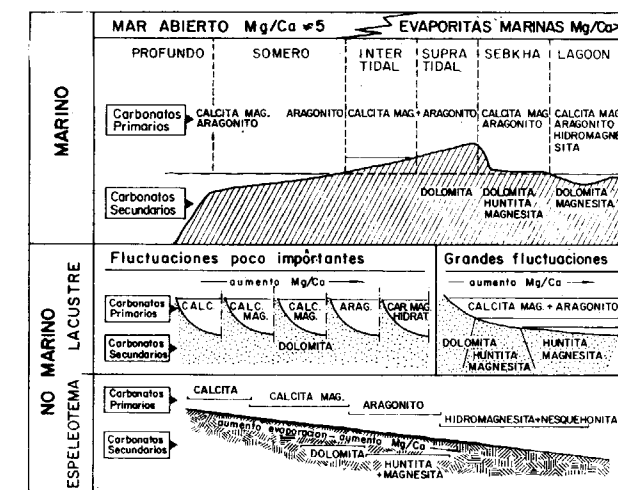


Figura 11

Comparación de la mineralogía de carbonatos de diferentes ambientes (según MULLER et al., 1972)

o de lagos marginales, en medio marino, y a lagos tipo "playa", en medio lacustre.

La formación de Incio habría que encuadrarla dentro de los primeros, puesto que responde sólo a unas condiciones más restringidas dentro de las series carbonatadas (calcáreas o dolomíticas) de Candana o Vegadeo, de marcada influencia marina.

La simetría en la disposición de las distintas fases encontradas en este yacimiento puede explicarse como el final de la etapa de aislamiento de los lagos, que conduciría a un nuevo aporte de calcio y una mayor circulación de aguas, lo que trajo consigo una nueva precipitación de carbonato cálcico, seguida de otra etapa detrítica.

Puede, además, pensarse en la posibilidad de que durante el metamorfismo regional el nivel carbonatado haya respondido al efecto de la presión, recristalizando magnesita en su centro, por ser éste un mineral de menor volumen de celdilla, frente a la dolomita, que recristalizaría, desplazándose hacia los bordes. Posiblemente hayan influido los dos factores en la configuración actual del yacimiento. Además, el aumento de presión favorecería la estabilidad de las fases con menor entropía: dolomita, por un lado, y magnesita, por otro, que posiblemente no habrían llegado a constituirse como fases únicas durante la diagénesis.

Podríamos, pues, afirmar que es al metamorfismo regional a quien cabe atribuir la gran sencillez, en cuanto a composición mineralógica, encontrada en el nivel de magnesita. La ausencia de fases desordenadas, de calizas magnesianas y la pequeña extensión de las sustituciones de Mg por Ca en la magnesita son debidas a un metamorfismo regional de presiones bajas a medias. La transformación tremolita-dolomita no se ha realizado, lo que indica que no se han alcanzado presión y temperaturas suficientes. Sólo se han formado pequeñas cantidades de talco a partir de dolomita, aún existiendo sílice libre suficiente. La transformación no ha ocurrido a gran escala por haber sido la presión superior a la que este mineral puede soportar.

Ante estas condiciones termodinámicas, no parece probable que la dolomita pueda transformarse en magnesita por acción del metamorfismo, lo que equivale a decir que la magnesita existía en la serie sedimentaria antes de que ésta fuera afectada por el metamorfismo. Una prueba más de lo anteriormente expuesto radica en la ausencia de minerales cálcicos en cantidad considerable, tanto en la masa de magnesita como en sus proximidades. El metamorfismo afectó pues al nivel magnésico ocasionando esencialmente cambios de tipo textual y reordenaciones por reacciones en estado sólido, formándose únicamente como minerales nuevos pequeñas cantidades de talco y clorita.

La paragonita, tanto en los esquistos del muro como en los del techo, puede haberse originado durante el metamorfismo. Este mineral comienza a formarse en los primeros estadios del metamorfismo de grado bajo, pero es estable a lo largo de un intervalo considerable de presión y temperatura. Sin embargo, la cercana presencia de plutones graníticos puede haber causado también la paragonización de la moscovita mediante procesos hidro-



termales. La presencia de turmalina puede asimilarse estar relacionada con procesos hidrotermales procedentes de ese plutonismo ácido.

Muy probablemente, además, ha existido una removilización del hierro en los esquistos del techo provocada por el metamorfismo regional, dando lugar a una impregnación general, aunque sin valor económico.

La aparición de afloramientos correspondientes al nivel superior nos indicaría la repetición de las mismas condiciones anteriores, desarrolladas con posterioridad a una etapa de sedimentación terrígena, pero conservando en general el mismo trazado de la línea de costa.

El hecho de que a lo largo de la historia geológica no se conozcan con más frecuencia depósitos sedimentarios de magnesitas asociados a series carbonatadas, debe estar relacionado, como señala GUILLOU (1972), con la disminución a lo largo de los tiempos de la presión parcial de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, aumentado progresivamente su contenido en oxígeno, lo que originaría la formación de dolomita y de otros evaporatos en las medios confinados.

#### VIII. TECNOLOGIA DEL YACIMIENTO.

El ritmo de producción de la explotación de Incio, que posee unos doce años de antigüedad, era, en 1973, de 60.000 Tm./año de material bruto, aunque se pretendía aumentar hasta las 100.000 toneladas anuales de material vendible. El material obtenido se comercializa bajo tres formas distintas: polvo fino (0-0,1 mm.), gretty (0,1-1 mm.) y gránulos (1-4 mm.), que se obtienen por molienda y tamizado del producto calcinado a 800°C. Toda la producción se exporta a distintos países del Mercado Común, destinándose a la fabricación de abonos e industria farmacéutica.

El continuo desarrollo de las industrias siderúrgicas ha supuesto un notable aumento en la demanda de refractarios de tipo básico, entre los que ocupan un lugar primordial los compuestos de magnesita.

Los refractarios de magnesita son materiales químicamente básicos, conteniendo, al menos, un 90-95 por 100 de MgO, en forma de periclasa. Se fabrican a partir de magnesita natural o de magnesita de agua de mar, químicamente tratada. Sus pro-

piedades refractarias vienen determinadas por el hecho de que el óxido de magnesio funde a 2.800 grados. Sin embargo, la presencia de impurezas en los refractarios comerciales rebaja considerablemente esta temperatura. Las impurezas principales que se encuentran normalmente en las magnesitas naturales son CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Uno de los factores decisivos en el comportamiento de un material de este tipo a alta temperatura es la relación CaO/SiO<sub>2</sub>, cuyo valor óptimo depende a su vez de su contenido en SiO<sub>2</sub>. SPENCER (1972), estudiando la resistencia bajo carga a elevada temperatura de diferentes materiales magnésíticos, dedujo que la relación óptima CaO/SiO<sub>2</sub> es de 2, para un contenido en sílice superior a 1,5 por 100. Para valores inferiores a 1,5 por 100, la relación debe aumentar hasta un valor de 3, para porcentajes en SiO<sub>2</sub> inferiores al 1 por 100.

La influencia de otras impurezas, en especial de los óxidos de los metales trivalentes, dependen también de los contenidos en CaO y SiO<sub>2</sub> y de la temperatura a que se someta el material refractario. El óxido de hierro parece ser la impureza menos perjudicial, siendo incluso conveniente su presencia en pequeñas cantidades, puesto que la presencia de magnesioferrita favorece la sinterización de la periclasa.

Aparte de los requerimientos que afectan a la composición, la calidad de los refractarios de magnesita viene influida por la distribución de tamaño de cristales y poros en el material, siendo lo más conveniente una distribución de tamaño homogénea y la localización de poros en zonas de borde de grano.

La magnesita natural suele comercializarse bajo dos calidades diferentes: la magnesita calcinada, u óxido de magnesio cáustico, obtenido por calcinación del carbonato a temperaturas comprendidas entre 700 y 800 grados, y la denominada "magnesita calcinada a muerte" o magnesita sinterizada, obtenida calcinando el carbonato a alta temperatura, entre 1.500 y 2.000°C. La primera se destina principalmente a la industria química y farmacéutica, y la segunda a la fabricación de refractarios básicos.

En la tabla 1 se muestra la composición química y mineralógica media de las muestras recogidas en este yacimiento. Como puede apreciarse contiene una gran riqueza en óxido de magnesio, que como se deduce de los datos mineralógicos está en forma de magnesita, puesto que la dolomita está concen-

TABLA I  
Magnesita de Incio

Composición química media							
MgO	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>
87,76	6,12	2,48	2,16	1,34	0,38	0,34	49,36
Composición mineralógica media (Referida únicamente a CO <sub>2</sub> y Q)							
Magnesita	...	...	...	...	...	...	89 %
Dolomita	...	...	...	...	...	...	2,6 %
Cuarzo	...	...	...	...	...	...	2,3 %

trada sólo en dos bandas externas al nivel central. El tránsito hacia el nivel central se puede distinguir fácilmente por difracción de rayos X.

Pensamos que, aún descartando los niveles laterales más ricos en dolomita, al yacimiento posee una cantidad considerable de material susceptible de empleo en la fabricación de refractarios, simplemente si se elimina parte del SiO<sub>2</sub> que contiene como cuarzo libre, lo que aumentaría la proporción de MgO hasta el valor requerido para estos fines y, además, lograría un valor aceptable de la relación CaO/SiO<sub>2</sub>. Un proceso de molienda y tamizado, previo a la calcinación, podría dar buen resultado para eliminar el cuarzo, sin resultar excesivamente costoso, debido a la gran diferencia que existe entre la dureza de este mineral y la de los carbonatos. Como además, el contenido medio en CaO y en óxidos de metales trivalentes, sobre todo en la zona central del nivel, queda dentro de los márgenes que se admiten para la fabricación de refractarios, un tratamiento similar al anteriormente expuesto potenciaría económicamente de forma considerable las reservas de este importante yacimiento.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa explotadora, Magnesitas de Rubián, las facilidades prestadas en la realización del reconocimiento geológico y en la toma de muestras, y al profesor Amorós sus valiosas sugerencias en la redacción y revisión del manuscrito.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALDERMAN, A. R.: *Dolomitic sediments and their environment in the South East of South Australia*. "Geochem. et Cosmoch". Acta, 29, 1355-1365 (1965).
- AYLLÓN, M.: *Análisis cuantitativo por difracción de rayos X de algunos minerales accesorios de la arcilla, según el método de standard interno*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid (1974).
- BRINDLEY, G. W.: *Chlorite minerals. In the "X Ray identification and crystal structures of clay minerals"* (G. Brown Ed.). Chap. 6, 242-296. Mineralogical Soc. London (1961).
- CAPDEVILA, R.: *Le métamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynien de Galice nord-orientale (NW de l'Espagne)*. These Fac. Sci. Montpellier. (1969).
- CARPENTER, A. B.: *Mineralogy of the system CaO-MgO-H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub> at Crestmore, California*. Ph. D. Diss; Harvard University (1962).
- DOVAL, M. y MARTÍN POZAS, J. M.: *Estudio de la descomposición térmica de la dolomita*. Estudios Geol, 30, 435, 440 (1975).
- ESQUEVIN, J.: *Influence de la composition chimique des illites sur leur cristallinité*. Bull. Centre Rech. Pau, S. N. P. A., 3, 147-154 (1969).
- GÓMEZ DE LLARENA, J.: *Nuevas observaciones sobre la génesis de la magnesita sedimentaria*. "Estudios Geol.", 15, 189-211 (1959).
- GUIDOTTI, U. C.: *Variations of the basal spacing of muscovite in sillimanite-bearing pelitic schistes of North-Western Marne*. "Amer. Mineral.", 53, 963-974 (1966).
- GUILLOU, J. J.: *Les magnesites cambriennes de Pacios (Lugo, Espagne) leur environnement paléogéographique*. Bull. du B. R. G. M., IV, 3, 5-20 (1970).
- KUBLER, B.: *Les argiles, indicateurs du métamorphisme*. Revue de L. I. F. P., XIX, 10, 1093-1112 (1964).
- LANGMUIR, D.: *Stability of carbonates in the system MgO-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O*. J. Geol., 73, 730-754 (1965).
- LOTZE, F.: *Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta Geotekt.* Forsch., 6, 78-92 (1945).
- MARTÍN VIVALDI, J. L. and MC EWAN, D. M. C.: *Corrensite and swelling chlorite*. Clay Minerals Bull. 4, 173-181 (1960).



- MATTE, PH.: *La structure de la virgation hercymienne de Galice (NW de l'Espagne)*. These Doct. Sci. Nat. Montpellier (1968).
- MILLIMAN, J. D.: *Recent Sedimentary Carbonates*. Part. I.: Marine Carbonates. Springer Verlag. New York (1974).
- MULLER, G., IRION, G. and FORSTNER, U.: *Formation and diagenesis of inorganic Ca-Mg carbonates in the lacustrine environment*. Naturwissenschaften, 59, 158-164 (1972).
- PETRUK, W.: *Determination of the heavy atom content in chlorite by means of the X-ray Diffractometer*. "Amer. Mineral", 49, 61-71 (1964).
- POST, J. L. and PLUMMER, C. C.: *The chlorite series of Flagstaff Hill Area, California: A preliminary investigation*. Clays and Clay Min. 20, 271-283 (1972).
- QUEMENEUR, J.: *Essai d'interpretation synthetique de la formation de magnesite en milieu sedimentaire: application aux gisements du pays basque*. IX Congrès International de Sedimentologie. Nice (1975).
- SPENCER, D. R. F.: *Basic Refractory Raw Materials*. Trans. J. Brit. Ceram. Soc., 71 (5), 123-134 (1972).
- TARAZONA, J.: *Contribución al estudio analítico y fisico-químico de las reacciones que tienen lugar en la obtención del "sinter" de magnesita*. Tesis Doct. Fac. Ciencias. Univ. de Madrid (1967).
- TURNER, F. J.: *Metamorphic Petrology. Mineralogical and field aspects*. Mc Graw Hill Book Company. New York (1968).
- WINKLER, H. G. F.: *Petrogenesis of Metamorphic rocks*. Springer Verlag. New York (1974).

Recibido: Marzo 1976.



## Sobre las características físico-mecánicas de algunos granitos industriales de Galicia (1.<sup>a</sup> Parte)

Por J. ORDAZ y R. M. ESBERT (\*)

### RESUMEN

Se estudian bajo un criterio petrográfico, cuatro tipos de rocas graníticas de Galicia (NW de España), utilizadas con fines ornamentales y conocidas con las denominaciones: "Rosa Porriño", "Dante", "Albero" y "Austral Red". Se establece un "índice de deterioración" basado en observaciones micropetrográficas que nos expresa el estado global de deterioración de la roca.

### SUMMARY

Four types of granitic rocks, used for ornamental purposes and known by the names of "Rosa Porriño", "Dante", "Albero" and "Austral Red" from Galicia (NW of Spain) have been studied with a petrographic criterion. A "deterioration index" based on the micropetrographic observations is established in order to state the degree of total rock deterioration.

### I. INTRODUCCION

Este trabajo, dividido en dos partes, se centra en el estudio de las propiedades físico-mecánicas de cuatro tipos de rocas "graníticas" gallegas, utilizadas industrialmente.

Esta primera parte se dedica a la descripción petrográfica textural y de alteración de las citadas variedades.

Dichas variedades graníticas corresponden a las siguientes denominaciones comerciales: "Rosa Porriño", "Dante", "Albero" y "Austral Red", siendo sus principales usos industriales: ornamentación, pavimentación y áridos.

Bajo este punto de vista la variedad "Rosa Porriño" es la de mayor importancia, estando sus explotaciones ubicadas en la zona de Atios-Porriño (Pontevedra) (CAPDEVILA, 1969). El granito "Dante"

procede de la misma zona de Porriño. La variedad "Austral Red" se ha extraído de Santa Eugenia de Ribeira (Coruña) aunque es un tipo de material que se encuentra a lo largo de un amplio tramo de la costa gallega, desde Finisterre a Villagarcía de Arosa (Pontevedra). Finalmente el granito "Albero" se explota en la zona de Rebordanes-Tuy (Pontevedra).

### II. PETROGRAFIA Y TEXTURA

"ROSA PORRIÑO".

Este granito presenta en lámina pulida color rosado y un aspecto sumamente vistoso que le confiere un valioso carácter ornamental. Es, sin duda alguna, de los granitos estudiados, el más preciado desde el punto de vista comercial. Petrologicamente se clasifica como un granito de tendencia alcalina con estructura granuda pegmatítica.

(\*) Departamento de Petrología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo.



*Composición mineral.*

Mineralógicamente está formado por dos elementos mayoritarios, cuarzo y ortosa. Otros minerales esenciales, aunque mucho menos abundantes son la microclina, la plagioclasa y la biotita.

Como minerales accesorios presenta: apatito, circón, esfena y cristales muy bien conformados de allanita. Como productos secundarios: clorita, sericita y magnetita, ésta, por lo general, en el seno de la biotita y clorita.

Los cuarzos muestran evidentes señales de tectonización, están muy fisurados y generalmente poseen extinción ondulante y en mosaico.

La ortosa está muy poco alterada y es de naturaleza pertítica. Frente a ella la plagioclasa muestra evidentes signos de sericitización. En algunas ocasiones se observan intercrecimientos mirmequíticos.

La biotita presenta, asimismo, extinción ondulante y sus líneas de exfoliación arqueadas la mayoría de veces. Está en ocasiones alterada a clorita.

*Textura.*

Se trata de un granito de grano medio a grueso (tamaño medio estadístico de grano=4,5 mm.), con tendencia pegmatítica.

Tanto en lámina pulida como en sección delgada se reconoce la presencia de una notable red de microfisuras, inter, intra y transgranulares las cuales son más abundantes en los núcleos cuarcíferos. La microfisuración se desarrolla dimensionalmente según dos, o a veces tres, direcciones bien definidas.

Los núcleos feldespáticos alcanzan considerable desarrollo, seguidos de los cuarcíticos. La biotita se presenta en hojuelas de tamaño mucho menor.

*"DANTE".*

Granito de vistosa apariencia en sección pulida en la que puede observarse una mezcla de tonalidades blanquecinas, grisáceas y "salmón" con un moteado más o menos denso de pequeños cristales negros de biotita. Petrográficamente se trata de un granito biotítico.

*Composición mineralógica.*

Como minerales esenciales consta de: cuarzo, ortosa, plagioclasa y biotita. Como accesorios posee: esfena y allanita, ambas en pequeñísima proporción. Como secundarios aparecen clorita, sericita y magnetita.

La ortosa que aparece en cristales de gran desarrollo es pertítica, las pertitas venuladas se presentan perfectamente orientadas, dentro de cada grano, en una dirección determinada. A veces hay evidentes inicios de microclinización. Las plagioclasas están bastante alteradas, con abundantes granos de sericita en su seno. Son, por lo general, cristales idiomorfos, con extinción zonal. La biotita es idiomorfa, bastante ferrífera y muy sana.

*Textura.*

Es un granito de grano medio (tamaño medio de grano=4,2 mm.), aunque no puede hablarse ni de uniformidad en los tamaños ni en la repartición de los constituyentes minerales.

Así en el cuarzo encontramos granos cuyos tamaños oscilan de los 2 ó 3 mm. hasta los 7 o más, a veces forman núcleos de varios cm<sup>2</sup> de superficie, otras son cristales aislados.

Los feldespatos potásicos son por lo general idiomorfos, bien desarrollados, con fenocristales de 15 o 20 mm. de máxima longitud, siendo los granos con 1 cm<sup>2</sup> de superficie aproximadamente, los más abundantes. La plagioclasa está más uniformemente repartida aunque suele formar núcleos de muy variable desarrollo pero que no superan los 2 ó 3 centímetros cuadrados.

La biotita se presenta en placas individuales de 1 mm<sup>2</sup> o en concentraciones más o menos densas que llegan a alcanzar 10 por 5 mm. A veces se presenta incluida en los minerales antes citados.

La microfisuración es muy acusada. Presenta recorridos de hasta 15 mm y efecta a distintos granos minerales en contacto. En la red de microfisuración existe una dirección privilegiada según la cual la frecuencia de ellas es notablemente elevada. En este sentido el cuarzo es el mineral con mayor microfisuración, seguido de la ortosa.

*"ALBERO".*

Granito de grano fino caracterizado en lámina pulida por un fondo de color blanco dominante al que se asocia el gris "acaramelado" debido a la mineralización del cuarzo y un abundante porcentaje de granos micáceos moscovíticos, de coloración marrónácea amarillenta que le confiere el brillo característico a esta roca.

Desde el punto de vista petrográfico se trata de un granito moscovítico.

*Composición mineralógica.*

Esencialmente consta de: cuarzo, ortosa, microclina, plagioclasa tipo albíta y moscovita.

Como minerales accesorios encontramos apatito y circón, y como secundarios gran cantidad de hidromicas que se presentan en el seno de los feldespatos.

Los cristales de microclina, aunque poco abundantes, están perfectamente conformados, es decir, presentan la maclación típica según la ley de la albíta y periclina. La ortosa es en algunos casos pertítica y junto con la plagioclasa está considerablemente alterada. Por la naturaleza de la alteración, hidromica tipo sericita, parece que los feldespatos se han visto afectados por un proceso de sericitización.

*Textura.*

Se trata de un granito de grano fino (diámetro medio de los granos 0,68 mm.), con estructura granuda. Las micas, que por lo general están distribuidas al azar, se presentan en pequeñas pajuelas de 2 a 4 mm. de longitud por 0,4 a 1 mm. de anchura, formando asociaciones en la que los cristales se yuxtaponen entre sí y que llegan a alcanzar un desarrollo de 50 ó 60 mm<sup>2</sup>.

Los granos de cuarzo son más o menos equidimensionales y suelen presentarse formando núcleos de unos 4 mm.<sup>2</sup> aunque en ocasiones, estas concentraciones pueden llegar a los 50 mm.<sup>2</sup> Por lo general, los bordes de estos granos son indentados.

Los feldespatos son los minerales que se presentan más individualizados.

La fisuración no está muy desarrollada, casi nunca supera la escala del cristal, y afecta casi exclusivamente al cuarzo y feldespatos.

*"AUSTRAL RED".*

Petrográficamente se clasifica como una monzonita de tendencia cuarcífera, es de grano medio y coloración rojiza debida a sus feldespatos, adoptando tonalidades que oscilan del "salmón" claro al intenso. Macroscópicamente, en la masa mineral se reconocen abundantes núcleos verdosos de epidota.

*Composición mineralógica.*

Presenta como elementos esenciales: ortosa, plagioclasa sódica, epidota y cuarzo. Como accesorios grosularia, apatito y esfena.

La ortosa es por lo general alotriomorfa, destacando frente el idiomorfismo de la plagioclasa. Muchos granos están pertitizados, con abundancia de pertitas difusas, y otros, en vías de microclinización. La epidota es, por lo general, idiomorfa o con marcada tendencia al idiomorfismo. El granate presente es tipo grosularia, con una cierta birrefringencia y maclado en sectores tipo "pie-cut".

*Textura.*

Roca de grano medio a grueso (diámetro medio de los granos 4,6 mm.) El feldespato se agrupa en núcleos que a veces llegan alcanzar los 15×10 mm., y que destacan de la granulometría normal de la roca.

El cuarzo es escaso, forma pequeños núcleos de 2 ó 3 mm., de desarrollo máximo. Los núcleos verdes de epidota son notablemente abundantes en la roca, presentan tamaños variables desde 2 ó 3 mm., hasta 7 u 8 mm.

La microfisuración inter e intragranular alcanza escaso desarrollo, sus recorridos son más bien locales, afectando a uno o dos granos minerales. Una característica notable de esta roca es la presencia de huecos dispersos por toda ella, tal como se constata en las observaciones mediante microscopía electrónica de "scanning".

Realizados los análisis mineralógicos cuantitativos, de los diferentes tipos graníticos, se han obtenido los resultados que figuran en la tabla I.

**III. GRADO DE DETERIORACION DE LOS MATERIALES**

Con objeto de valorar el estado de deterioración o degradación de los materiales graníticos, se ha ideado un índice que nos define numéricamente un determinado estado de alteración mineral en las rocas, dentro de la escala de la roca "intacta".

Para ello se parte de una caracterización cualitativa de los diversos niveles de deterioración, englobando en éstos tanto la alteración química (alteración mineral secundaria) como la física (destrucción mecánica de los granos a través de la microfisuración). Estos niveles de deterioración para cada uno de los principales grupos de minerales petrográficos (cuarzo, feldespatos, máficos) se incluyen dentro de cinco categorías (de 0 a 4), cuyo esquema de valoración viene expresado en la tabla II.



TABLA I

Denominación roca	MINERALOGIA (%)						
	Cuarzo	Feldespato potásico	Plagioclasa	Biotita	Moscovita	Epidota	Componentes menores
Rosa Porriño ... ..	39,0	51,7	5,6	3,0	—	—	0,7
Austral Red ... ..	5	53,3	36,0	—	—	6,0	0,2
Albero ... ..	31,2	38,3	11,5	0,4	17,8	—	0,6
Dante ... ..	28,7	37,7	21,8	11,8	—	—	—

TABLA II

Grados	Niveles de deterioración del feldespato	Niveles de deterioración de máficos	Niveles de deterioración de cuarzo
0	No alterado aparentemente: sano.	No alterado: sano.	Aparentemente sano.
1	Con microfisuras aisladas de orden inferior al del tamaño de grano. Ligera alteración secundaria.	Alterado sólo marginalmente y/o en las líneas de exfoliación.	Con microfisuras de orden inferior al tamaño de grano.
2	Con microfisuras de orden del tamaño de grano. Interconexiones entre microfisuras. Alteraciones inferiores al 50 por 100 de la superficie del grano.	Alteración marginal, con pequeñas manchas de alteración repartidas por el interior del grano. Microfisuras.	Con microfisuras de orden del tamaño de grano. Interconexiones entre las microfisuras.
3	Microfisuras abundantes. Áreas de alteración superiores al 50 por 100 de la superficie del grano.	Áreas de alteración inferiores al 50 por 100 de la superficie del grano. Microfisuras.	Microfisuración abundante y principios de subindividualización granular.
4	Microfisuración abundante. Áreas de alteración ocupando prácticamente todo el grano.	Áreas de alteración superiores al 50 por 100 de la superficie del grano. Microfisuración abundante.	Microfisuración abundante. Subindividualización granular.

Dicha tabla se basa fundamentalmente en la observación microscópica (en lámina delgada) de los granos minerales. Hay que hacer constar que estas escalas de degradación son convencionales e independientes para cada grupo o especie mineral en concreto, y que sus grados no se corresponden necesari-

amente con otros grados (por ejemplo, el grado 2 de feldespatos no es en principio equivalente al 2 de los máficos o del cuarzo), aunque sí señalan, en ambos casos, estadios de deterioración progresiva (de menor a mayor) de los granos minerales (fotografías 1-5).



Foto 1

Grado de deterioración 3 en el cuarzo (Granito Rosa Porriño) N. C. (×22)



Foto 2

Grado de deterioración 3 en los feldespatos calco-sódicos (Granito Dante) N. P. (×22)

*Procedimiento para la obtención del "índice de deterioración mineral".*

Se realizan, sobre láminas delgadas, un número estadísticamente representativo de contajes de cada componente mineral esencial de la roca en cuestión, teniendo en cuenta los grados de deterioración de los granos según la escala antes mencionada. De aquí se obtienen una serie de porcentajes cuantitativos. La suma resultante de multiplicar los diversos grados (de 0 a 4) de los granos contabilizados por los porcentajes respectivos nos dará una cantidad que es reflejo del estado de degradación para el componente mineral considerado, y que quedará comprendido entre los límites teóricos de 0 (todos los granos sanos) y 400 (el 100 por 100 de los granos del grado 4).

Por comodidad, la suma de los productos obtenidos se divide por cien para obtener un índice más

manejable, entre 0 y 4. Este índice sería el *índice de deterioración mineral D*, para los feldespatos ( $D_f$ ), cuarzo ( $D_q$ ) y máficos ( $D_m$ ). En la tabla III se exponen los distintos índices parciales obtenidos en los cuatro "granitos" considerados.

Se define, pues, el índice de Deterioración Mineral  $D$ , como:

$$D_{(f, q, m)} = \frac{\sum g_i p_i}{100}$$

siendo  $p_i$  los diversos porcentajes obtenidos de granos de un determinado grupo mineral (cuarzo, feldespatos, máficos) con grado de alteración o destrucción  $g_i$  (entre 0 y 4).

A su vez, la suma de los índices  $D$  para las distintas fases minerales de una roca nos dará una idea bastante aproximada del grado de deterioración glo-





Foto 1

Grado de deterioración 3 en el cuarzo  
(Granito Rosa Porriño) N. C. (×22)



Foto 2

Grado de deterioración 3 en los feldspatos calco-sódicos  
(Granito Dante) N. P. (×22)

*Procedimiento para la obtención del "índice de deterioración mineral".*

Se realizan, sobre láminas delgadas, un número estadísticamente representativo de contajes de cada componente mineral esencial de la roca en cuestión, teniendo en cuenta los grados de deterioración de los granos según la escala antes mencionada. De aquí se obtienen una serie de porcentajes cuantitativos. La suma resultante de multiplicar los diversos grados (de 0 a 4) de los granos contabilizados por los porcentajes respectivos nos dará una cantidad que es reflejo del estado de degradación para el componente mineral considerado, y que quedará comprendido entre los límites teóricos de 0 (todos los granos sanos) y 400 (el 100 por 100 de los granos del grado 4).

Por comodidad, la suma de los productos obtenidos se divide por cien para obtener un índice más

manejable, entre 0 y 4. Este índice sería el *índice de deterioración mineral D*, para los feldspatos ( $D_f$ ), cuarzo ( $D_q$ ) y máficos ( $D_m$ ). En la tabla III se exponen los distintos índices parciales obtenidos en los cuatro "granitos" considerados.

Se define, pues, el índice de Deterioración Mineral  $D$ , como:

$$D_{(f, q, m)} = \frac{\sum g_i p_i}{100}$$

siendo  $p_i$  los diversos porcentajes obtenidos de granos de un determinado grupo mineral (cuarzo, feldspatos, máficos) con grado de alteración o destrucción  $g_i$  (entre 0 y 4).

A su vez, la suma de los índices  $D$  para las distintas fases minerales de una roca nos dará una idea bastante aproximada del grado de deterioración glo-





Foto 3

Grado 4 de deterioración en feldespato y 2 en cuarzo  
(Granito Dante) N. P. ( $\times 22$ )



Foto 4

Grado de deterioración 2 en biotita  
(Rosa Porriño) N. P. ( $\times 32$ )

TABLA III

Roca	INDICES DE DETERIORACION MINERAL			Indice Global de Deterioración $I_d$	Observaciones
	$D_i$	$D_s$	$D_m$		
Porriño ... ..	1,5	1,9	0,8	1,4	La ortosa está muy poco alterada frente a las plagioclasas, que muestran evidentes signos de sericitización.
Dante ... ..	2,1	0,9	0,5	1,1	La ortosa es perfitica y sana, aunque con abundante microfisuración. La plagioclasa está alterada.
Albero ... ..	1,9	1,2	0,6	1,2	Tanto la ortosa, como la plagioclasa están bastante alteradas, si bien la microfisuración está poco desarrollada.
Austral Red.. ...	1,7	0,7	2,9	1,8	Los granos de epidota están mecánicamente degradados, pero muy poco alterados.



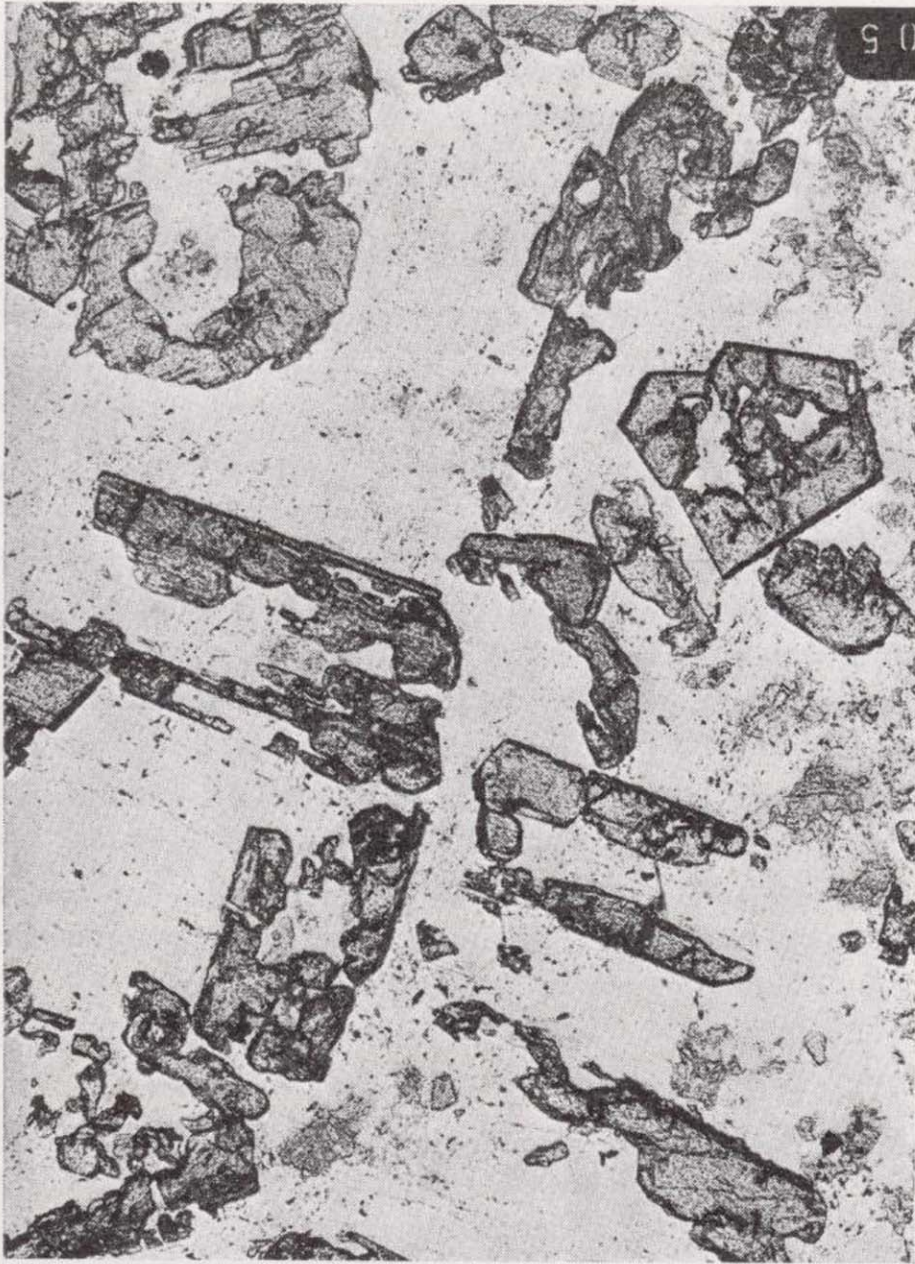


Foto 5

Grados 3 y 4 de deterioración en epidota (Austral Red) N. P. (×80)

bal de la roca considerada. Es decir, el *Indice Global de Deterioración*  $I_d$  vendrá dado por:

$$I_d = \frac{D_f + D_q + D_m}{3}$$

De acuerdo con esto, podemos clasificar a las rocas graníticas según la siguiente escala de degradación o alteración progresiva:

- De 0 a 1 Sano o muy poco alterado.
- De 1 a 2 Poco alterado.
- De 2 a 3 Medianamente alterado.
- De 3 a 4 Muy alterado.

Según este criterio, las cuatro rocas estudiadas corresponden al grupo de las "poco alteradas", resultado presumible si tenemos en cuenta que se trata de muestras frescas de materiales cuya aplicación principal es la ornamentación.

El  $I_d$  representa un estado de alteración general para la roca, independiente de los porcentajes cuantitativos de los distintos minerales constituyentes. Es fácil suponer, sin embargo, que según sean los porcentajes modales mayores o menores intervendrán de una manera más o menos significativa (sumando o contrarrestando sus efectos) a la hora de analizar la repercusión o influencia de los índices de deterioración mineral sobre las propiedades físicas y mecánicas de dichas rocas.

En este sentido, en el granito Porriño el  $D_q$  (1,9) es el mayor de los tres índices siendo el contenido en cuarzo (39 %) también el mayor porcentaje; el  $D_m$  (0,8) corresponde a un bajo porcentaje (3 %)

Había que pensar que el cuarzo jugará en este caso el papel de máxima influencia puesto que a su propio grado de destrucción granular se suma el factor de que sea la especie mineral que ocupa mayor volumen dentro de la roca. La resistencia de este granito, por ejemplo, vendrá condicionada, en gran parte, por el efecto combinado de ambos factores. En cambio, el efecto o influencia que puede esperarse de los máficos (biotita) serán mínimo, tanto por el escasísimo grado de alteración de los granos como por su porcentaje modal muy pequeño dentro de la roca.

Los granitos Dante y Alberro muestran que su deterioración —muy escasa globalmente— recae principalmente en la alteración de los feldespatos ( $D_f$  2,1 y 1,9, respectivamente), siendo el contenido en feldespatos, en ambas, 59,5 y 49,8 por 100, respectivamente. A diferencia de los otros tres, el Austral Red tiene los máficos (epidota) muy deteriorados ( $D_m = 2,9$ ); pero, en cambio, los feldespatos, con su alto porcentaje modal (76,5 por 100) y relativamente poca alteración ( $D_f = 1,7$ ) es de esperar ejerzan una mayor influencia.

BIBLIOGRAFIA

ORDAZ, J.: *Propuesta de un índice de deterioración mineral para rocas graníticas*. Departamento de Petrología, Facultad de Ciencias, Oviedo (inédito) (1975).

CAPDEVILA, R.: *Le métamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynien de Galice nord orientale (NW de l'Espagne)*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad de Montpellier, 430 p (1969).

Recibido: Junio 1976.



## Aplicaciones del microscopio en relación con la calidad de las pizarras de techar.

Por CASILDA RUIZ GARCIA (\*)

### RESUMEN

Hasta el momento presente no se han empleado métodos científicos para la determinación de la calidad de las pizarras de techar.

En este trabajo se intentan establecer unos criterios previos para la diferenciación por medio del estudio microscópico, de las distintas calidades de pizarra.

De esta forma, se determinan algunas características diferenciales de tipo textural y mineralógico, las cuales pueden servir de guía u orientación para la futura investigación y localización de nuevas masas de pizarras de techar.

### RESUMÉ

Jusqu'à présent des méthodes scientifiques n'ont pas été employées pour préciser la qualité des ardoises de couverture.

Au moyen du microscope nous essayons d'établir certains critères préalables qui nous soient utiles dans l'étude des qualités des ardoises de couverture.

Par ce moyen nous indiquons quelques caractères propres de la texture et de la minéralogie qui nous peuvent aider à prospecter et à localiser dans l'avenir des nouvelles masses d'ardoises de couverture.

### SUMMARY

Up to now scientific methods have not been used for the determination of the roofing slates quality.

Here we try to establish some previous criteria for the differentiation, by means of the microscopical study of the several qualities of slates.

We can so determine some differential characteristics of a textural and mineralogical kind, which can lead us in a future research and localization of new masses of roofing slates.

### INTRODUCCION.

El hecho de que hasta el momento no se aplique ningún criterio de tipo científico para determinar el grado de calidad de las pizarras de techar, nos decidió a investigar a escala microscópica este tipo de pizarras, dado que su aspecto macroscópico no mostraba diferencias claras entre las de buena o mala calidad y más aún, si el reconocimiento se hacía sobre testigos de sondeo, puesto que sus

características físicas (grado de humedad, etc.) cambian del campo al laboratorio, lo que hace prácticamente imposible una investigación por medio de sondeos. Todo esto nos llevó a investigar si existe alguna característica que aporte luz sobre la calidad de la pizarra, sin que sea imprescindible la observación de su comportamiento en el frente de la cantera.

Con este fin, se tomaron muestras de once zonas, confeccionándose dos láminas delgadas por cada muestra orientada de pizarra cuya calidad era perfectamente conocida. Partiendo de este conocimien-

to, se quería intentar establecer alguna relación entre las características observadas al microscopio y el grado de calidad de las pizarras.

Otro aspecto interesante a revisar era la presencia de lo que se ha venido llamando pizarras con "pirita oxidable" y pizarras con "pirita no oxidable", dado que semejantes términos no son empleados en metalogenia, lo cual nos hizo pensar en la posible existencia de diferentes minerales metálicos, algunos de los cuales tendrían relación con la presencia de productos oxidados en algunas pizarras.

Para el estudio de estos minerales metálicos se han preparado 23 probetas pulidas de muestras de pizarras que previamente se conoce si corresponden a los tipos establecidos tradicionalmente de pizarra con "pirita oxidable" o pizarra con "pirita no oxidable". En el reconocimiento por luz reflejada de dichas muestras se intenta establecer en qué consiste la diferencia entre ambos tipos de pizarras.

### ENCUADRE GEOLOGICO.

Las pizarras de techar estudiadas están situadas en la zona suroccidental de la hoja número 191 (Silván) y en la suroriental de la hoja número 190 (Barco) del mapa topográfico nacional a escala 1:50.000.

Estratigráficamente corresponden al Ordovícico. Se localizan en la parte oriental del sinclinal de Truchas, en la formación de las pizarras de Luarca, y según PÉREZ ESTAUN, A. (1975) en niveles próximos al techo de las mismas, por tanto situadas cercanas al contacto con la formación inmediata superior de Agüeira, de turbiditas.

### ESTUDIO POR LUZ TRANSMITIDA.

Las pizarras estudiadas están compuestas por los siguientes minerales: Sericita, cuarzo, material carbonoso, clorita y cloritoide.

Mientras que la clorita es sintectónica con la esquistosidad primera, el cloritoide que se presenta en pequeños prismas, es discordante respecto a la misma.

Los minerales enumerados están presentes en todas las pizarras estudiadas, excepto el cloritoide, que no aparece en las muestras 1, 4, 5, 6 y 8 (cuya localización y calidad citaremos más adelante). El carbonato se presenta en cantidad accesoria en las

muestras 1, 3, 4 y 9. Minerales muy accesorios son circón y turmalina. Los minerales metálicos son siempre accesorios, excepto en las muestras 6, 7 y 8.

El grado de metamorfismo que presentan estas pizarras es, siguiendo a WINKLER, H. G. F. (1974), de muy bajo a bajo.

La calidad de las pizarras era conocida previamente, lo que nos ha permitido diferenciar los tres grupos siguientes: Pizarras de buena calidad, pizarras de rendimiento inferior al normal y pizarras de mala calidad.

### Pizarras de buena calidad:

Zona de Domiz-Muestra 1.

Zona de Castañero-Muestra 2.

Zona Benuza (Armadilla)-Muestra 4.

Ardemouro-Muestra 5.

Zona Folgoso del Caurel (Campa)-Muestra 7.

Las texturas que presentan es de microcristalina a microcristalina muy fina casi criptocristalina, con orientación paralela marcada; dentro del conjunto destacan algunas lenticulas con el eje mayor paralelo al bandeado, que pueden ser de cuarzo (muestras 1, 2 y 4), clorita (muestras 1 y 4), metálicos (muestra 2) o carbonato (muestra 4).

La estratificación primitiva de la roca viene marcada por un bandeado que corresponde a ligeras diferencias de composición que se observan claramente en todas las muestras de este grupo, aunque de forma casi imperceptible en la muestra 7.

En todas estas pizarras estratificación y esquistosidad prácticamente son coincidentes (foto 1).

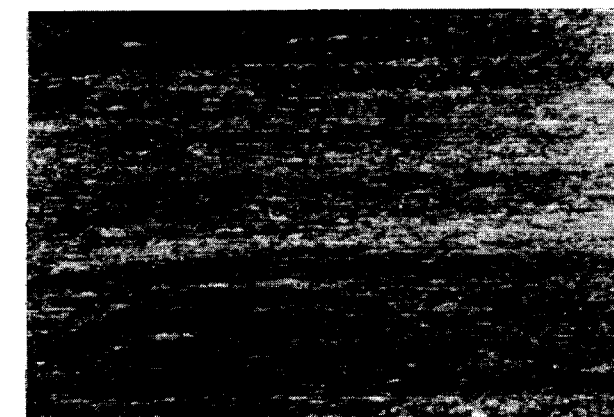


Foto 1

Esquistosidad coincidente con estratificación en pizarra de buena calidad ( $\times 36$ , N II)

(\*) Laboratorio de Petrología y Metalogenia del IGME.



to, se quería intentar establecer alguna relación entre las características observadas al microscopio y el grado de calidad de las pizarras.

Otro aspecto interesante a revisar era la presencia de lo que se ha venido llamando pizarras con "pirita oxidable" y pizarras con "pirita no oxidable", dado que semejantes términos no son empleados en metalogenia, lo cual nos hizo pensar en la posible existencia de diferentes minerales metálicos, algunos de los cuales tendrían relación con la presencia de productos oxidados en algunas pizarras.

Para el estudio de estos minerales metálicos se han preparado 23 probetas pulidas de muestras de pizarras que previamente se conoce si corresponden a los tipos establecidos tradicionalmente de pizarra con "pirita oxidable" o pizarra con "pirita no oxidable". En el reconocimiento por luz reflejada de dichas muestras se intenta establecer en qué consiste la diferencia entre ambos tipos de pizarras.

#### ENCUADRE GEOLOGICO.

Las pizarras de techar estudiadas están situadas en la zona suroccidental de la hoja número 191 (Silván) y en la suroriental de la hoja número 190 (Barco) del mapa topográfico nacional a escala 1:50.000.

Estratigráficamente corresponden al Ordovícico. Se localizan en la parte oriental del sinclinal de Truchas, en la formación de las pizarras de Luarca, y según PÉREZ ESTAUN, A. (1975) en niveles próximos al techo de las mismas, por tanto situadas cercanas al contacto con la formación inmediata superior de Agüeira, de turbiditas.

#### ESTUDIO POR LUZ TRANSMITIDA.

Las pizarras estudiadas están compuestas por los siguientes minerales: Sericita, cuarzo, material carbonoso, clorita y cloritoide.

Mientras que la clorita es sintectónica con la esquistosidad primera, el cloritoide que se presenta en pequeños prismas, es discordante respecto a la misma.

Los minerales enumerados están presentes en todas las pizarras estudiadas, excepto el cloritoide, que no aparece en las muestras 1, 4, 5, 6 y 8 (cuya localización y calidad citaremos más adelante). El carbonato se presenta en cantidad accesoria en las

muestras 1, 3, 4 y 9. Minerales muy accesorios son circón y turmalina. Los minerales metálicos son siempre accesorios, excepto en las muestras 6, 7 y 8.

El grado de metamorfismo que presentan estas pizarras es, siguiendo a WINKLER, H. G. F. (1974), de muy bajo a bajo.

La calidad de las pizarras era conocida previamente, lo que nos ha permitido diferenciar los tres grupos siguientes: Pizarras de buena calidad, pizarras de rendimiento inferior al normal y pizarras de mala calidad.

#### *Pizarras de buena calidad:*

Zona de Domiz-Muestra 1.

Zona de Castañeiro-Muestra 2.

Zona Benuza (Armadilla)-Muestra 4.

Ardemouro-Muestra 5.

Zona Folgoso del Caurel (Campa)-Muestra 7.

Las textura que presentan es de microcristalina a microcristalina muy fina casi criptocristalina, con orientación paralela marcada; dentro del conjunto destacan algunas lentículas con el eje mayor paralelo al bandeado, que pueden ser de cuarzo (muestras 1, 2 y 4), clorita (muestras 1 y 4), metálicos (muestra 2) o carbonato (muestra 4).

La estratificación primitiva de la roca viene marcada por un bandeado que corresponde a ligeras diferencias de composición que se observan claramente en todas las muestras de este grupo, aunque de forma casi imperceptible en la muestra 7.

En todas estas pizarras estratificación y esquistosidad prácticamente son coincidentes (foto 1).

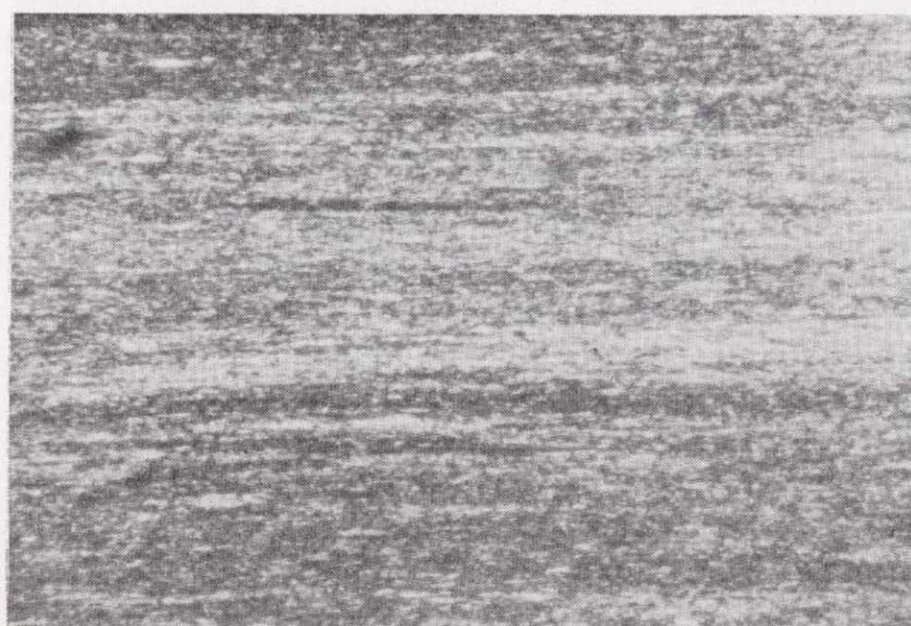


Foto 1

Esquistosidad coincidente con estratificación en pizarra de buena calidad ( $\times 36$ , NII)



*Pizarras de rendimiento inferior al normal:*

Zona S. Pedro de Trones (S. Pedro)-Muestra 3.  
A. Fraguña-Muestra 6.

Presentan textura de microcristalina a microcristalina muy fina, con orientación paralela. Destacan del conjunto algunas lenticulas aisladas, con el eje mayor paralelo al bandeado, de cuarzo en agregado; en la muestra 3 estas lenticulas coexisten con otras de carbonato y cuarzo, y en la 6 con lenticulas de clorita.

En la muestra 3 esquistosidad y estratificación forman un cierto ángulo (aproximadamente 20°), observándose claramente cómo la estratificación está atravesada por la esquistosidad (foto 2).

Por el contrario, en la muestra 6 estratificación y esquistosidad principal coinciden, aunque se observa una incipiente crenulación de la esquistosidad, especialmente en las bandas más arcillosas (foto 3).

*Pizarras de mala calidad:*

Valdemiguel-Muestra 8.  
Zona Casayo (Queivane)-Muestra 9.  
Zona Casayo (Pena)-Muestra 10.  
Castañeiro-Muestra 11.

La textura que muestran es microcristalina fina bandeada; destacan del conjunto lentejas de clorita (muestra 8), de cuarzo y carbonato (muestra 9), de cuarzo y opacos (muestra 10), o de opacos (muestra 11).



Foto 2

Esquistosidad formando ángulo con estratificación en pizarra de rendimiento inferior al normal ( $\times 36$ , N II)

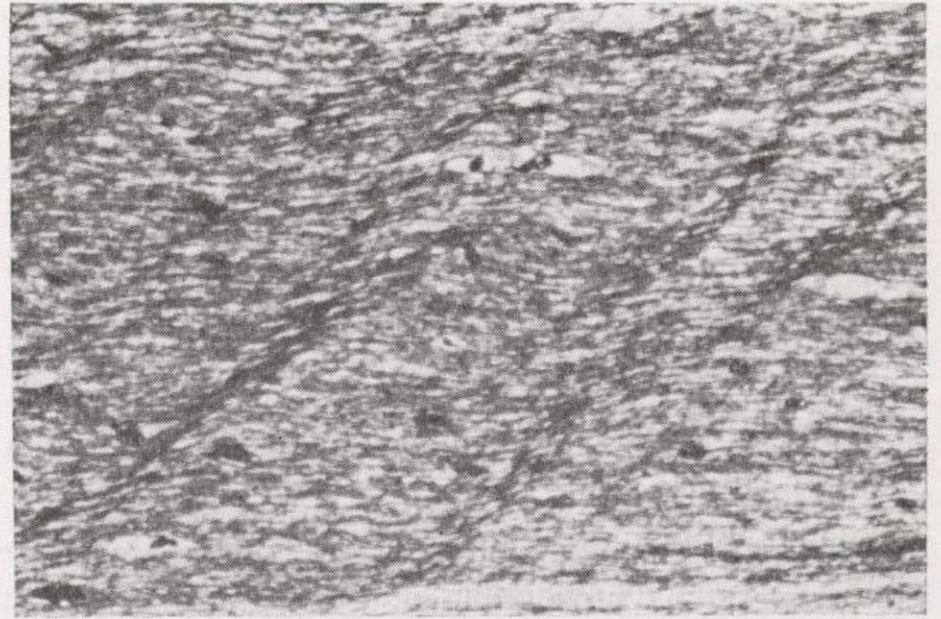


Foto 3

Esquistosidad coincidente con la estratificación. Obsérvese la crenulación de la esquistosidad. Pizarra de rendimiento inferior al normal ( $\times 36$ , N II)

En este tipo de pizarras estratificación y esquistosidad no coinciden, formando entre ambas un pequeño ángulo.

\* \* \*

Como se ve, la composición mineralógica de las pizarras es muy semejante entre sí y no está en relación con su calidad, por lo que se tienen en cuenta los aspectos texturales.

Los pliegues que presentan estas pizarras son de tipo similar, dado el grado de competencia de este tipo de rocas; este plegamiento apretado da pliegues isoclinales de eje subhorizontal con dirección WNW-ESE.

La esquistosidad primaria es de plano axial, es decir, subvertical, coincidente con el plano de fisibilidad de la roca; esta esquistosidad primaria, correspondiente a la primera fase de MATTE, PH. (1968), sería perpendicular a la estratificación en las charnelas y oblicua en los flancos, pero como el plegamiento es isoclinal, esquistosidad y estratificación son paralelas, salvo en zonas próximas a las charnelas.

A la vista de las características de estos tres grupos de pizarras se deduce que la coincidencia o no coincidencia de los planos de esquistosidad con los de estratificación es un factor relacionado directamente con la mejor o peor calidad de las pizarras.

La justificación de cómo la muestra 9 no es de buena calidad, aún siendo coincidentes estratificación y esquistosidad, lo atribuimos a la crenulación que presenta, comienzo incipiente de una esquistosidad de crenulación.



ESTUDIO POR LUZ REFLEJADA.

Las muestras para el estudio por luz reflejada se han seleccionado en función del mayor o menor grado de oxidación que presentan, según el cual se pueden dividir en cuatro grupos: pizarras no oxidables, pizarras algo oxidables, pizarras oxidables y pizarras muy oxidables.

Los minerales metálicos de estas muestras están lógicamente en cantidades accesorias y toda referencia que se haga a mayor o menor proporción hay que entenderla dentro del conjunto de ellos, que no sobrepasan unidades por ciento.

La enumeración de los minerales metálicos se ha hecho en orden de mayor a menor cantidad, dentro de cada grupo.

Estos se presentan en granos formados por un único mineral, sólo como excepción hay casos de dos minerales asociados.

*Pizarras no oxidables.*

Presentan los siguientes minerales metálicos:

Ilmenita.—En granos de diámetro medio comprendido entre 0,035 mm. a 0,07 mm. Se presenta, bien en cristales tabulares, o en formas más o menos equidimensionales; ocasionalmente, los granos de este mineral tiene una incipiente alteración a leucoxeno.

La mayoría de las pizarras de este grupo presenta este mineral (foto 4).



Foto 4

Grano de ilmenita en pizarra no oxidable  
(Luz reflejada, ×225, N II)

Pirita.—Por la forma de presentarse este mineral, las pizarras de este grupo las podemos dividir en dos tipos:

a) Con pirita muy escasa, ocasional e incluso ausente, de tamaño de grano muy reducido, marcadamente inferior a la ilmenita.

b) Con mayor proporción de pirita y representada por pocos granos que pueden llegar a 4 mm. de diámetro medio.

Se da la circunstancia de que en las pizarras de este segundo tipo es, precisamente, donde la ilmenita está ausente.

Calcopirita.—Su proporción es muy baja, aunque está prácticamente presente en todas las muestras. Su tamaño es muy reducido, bastante inferior al de la ilmenita.

Pirrotina.—Prácticamente no existe en las pizarras de este grupo; en alguna muestra se ha reconocido de forma ocasional en algún grano aislado de diámetro comprendido entre 0,14 y 0,27 mm.

Los restantes minerales metálicos son escasísimos y de diámetros muy reducidos; la blenda aparece con cierta frecuencia, aunque no en todas las muestras. Galena, bornita y hematites sólo aparecen esporádicamente en alguna muestra.

*Pizarras algo oxidables.*

Presentan los siguientes minerales metálicos.

Ilmenita.—En granos de diámetro medio comprendido entre 0,07 y 0,14 mm.; estadísticamente presenta tamaño de grano bastante uniforme. Son frecuentes los cristales idiomorfos. Este mineral tiene una incipiente alteración a leucoxeno en algunos granos. Aparece en todas las pizarras de este grupo.

Pirrotina.—A diferencia de la ilmenita, este mineral tiene bastante variación en cuanto a su tamaño de grano; sus diámetros medios están comprendidos entre 0,14 y 0,35 mm. Algún grano se altera incipientemente a leucoxeno. Todas las muestras de este grupo presentan este mineral.

Calcopirita.—En todas las pizarras de este grupo, aparece este sulfuro aunque en bajísima proporción. A veces va asociado a pirrotina.

Blenda.—En granos de diámetro más reducido que la ilmenita. Mineral muy escaso, aunque presente en todas las muestras de este grupo; en ocasiones asociado a pirrotina.



*Pizarras oxidables.*

Presentan los siguientes minerales metálicos:

**Pirrotina.**—Granos de diámetros siempre superiores a 0,09 mm., siendo frecuentes los diámetros de 0,25 mm., en ocasiones se llegan a reconocer fácilmente a simple vista granos de este mineral. Se presentan, bien en granos de contornos irregulares dispersos o agrupados según zonas (foto 5), algunas de las cuales pueden ser bandeadas. Aparece en todas las pizarras de este grupo.

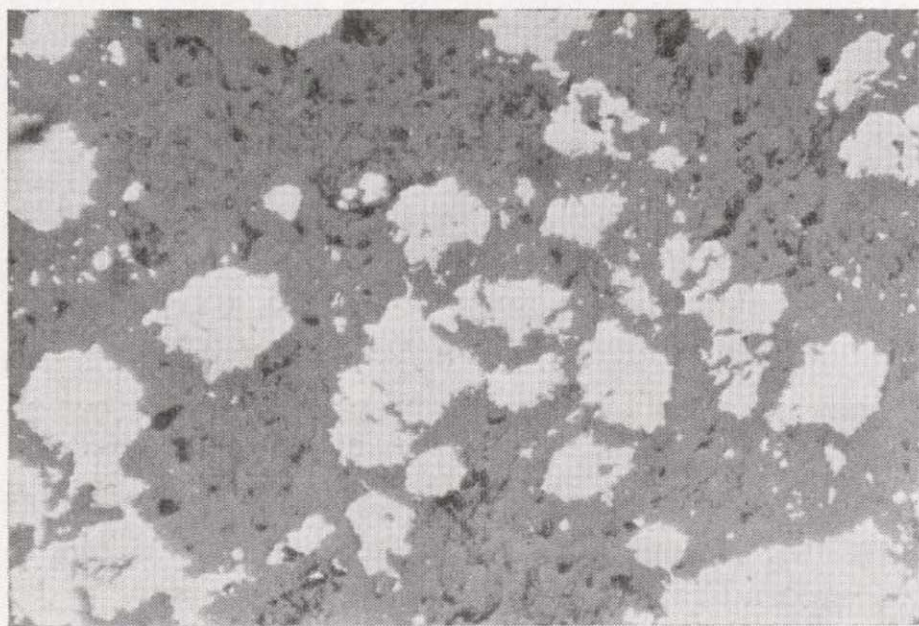


Foto 5

Granos de pirrotina en pizarra oxidable  
(Luz reflejada,  $\times 90$ , N II)

**Ilmenita.**—Frecuentemente se presenta en cristales idiomorfos tabulares o esqueléticos. Diámetros medios comprendidos entre 0,06 y 0,10 mm. Algún cristal está alterado a leucóxeno de forma incipiente. Presente en todas las muestras de este grupo.

**Pirita.**—Aparece sólo ocasionalmente en alguna muestra y en proporciones muy bajas. Los diámetros y en bajísima proporción. Alguna vez está asociada a 0,25 mm. A veces, asociada a pirrotina.

**Calcopirita.**—Se presenta distribuida en forma semejante a la pirita y en proporciones y diámetros también similares.

**Blenda.**—Mineral presente sólo en alguna muestra y en bajísima proporción. Alguna vez está asociada a pirrotina. Los diámetros de los granos son muy reducidos, aproximadamente 0,02 mm.

*Pizarras muy oxidables.*

Presentan los siguiente minerales metálicos:

**Pirrotina.**—Mineral muy abundante y siempre presente en este grupo de las pizarras. Los granos son de contornos irregulares, tamaño variable, pero que pueden llegar en algunas muestras a medio milímetro de diámetro medio y en otras a varios milímetros. En algunos cristales se han reconocido maclas.

**Marcasita.**—Presente en la mayor parte de las pizarras de este grupo. Aparece en masas de varios milímetros. Presenta abundantes maclas. Este mineral parece proceder de pirita, ya que en ocasiones quedan restos sin transformar.

**Calcopirita.**—Presente en todas las muestras de este tipo, pero en bajísima proporción.

\* \* \*

A la vista de los minerales metálicos existentes en los cuatro grupos de pizarras establecidos, observamos cómo la pirrotina pasa de ser un mineral abundante en las pizarras muy oxidables, a no estar presente en las pizarras no oxidables, pasando por estadios intermedios; así, en las pizarras algo oxidables, este sulfuro existe aunque en baja proporción, y en proporción algo superior en el grupo de las pizarras oxidables.

Esta relación entre el grado de oxidación y la presencia de pirrotina tiene fácil justificación, ya que la pirrotina es el sulfuro de hierro más fácilmente destructible. El aire y el agua lo alteran con facilidad y en un corto espacio de tiempo. Productos finales del proceso de meteorización en este mineral son  $\text{SO}_4 \text{Fe}$ , o limonita y  $\text{SO}_4 \text{H}_2$ .

En las muestras de pizarras de las denominadas con "pirita no oxidable", a las que corresponde el grupo de las pizarras no oxidables, el mineral metálico presente es la ilmenita en pequeños granos, la cual no se altera a óxidos de hierro, sino a leucóxeno (además esta alteración sólo se ha observado en algún grano de forma incipiente) que es un óxido de titanio hidratado.

Por tanto, no son oxidables las pizarras que contienen ilmenita, siempre que sean pobres en pirrotina, como ocurre con el grupo ya descrito de las pizarras no oxidables.

Las pizarras que contienen pirita y carecen de pirrotina no son oxidables dado que la pirita no se altera fácilmente; es el caso de las muestras que



*Pizarras oxidables.*

Presentan los siguientes minerales metálicos:

**Pirrotina.**—Granos de diámetros siempre superiores a 0,09 mm., siendo frecuentes los diámetros de 0,25 mm., en ocasiones se llegan a reconocer fácilmente a simple vista granos de este mineral. Se presentan, bien en granos de contornos irregulares dispersos o agrupados según zonas (foto 5), algunas de las cuales pueden ser bandeadas. Aparece en todas las pizarras de este grupo.

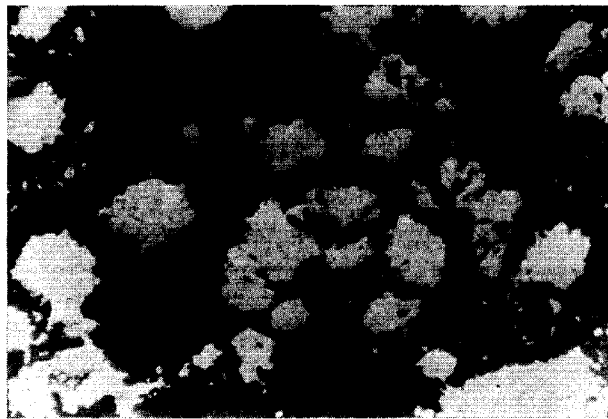


Foto 5

Granos de pirrotina en pizarra oxidable  
(Luz reflejada,  $\times 90$ , NII)

**Ilmenita.**—Frecuentemente se presenta en cristales idiomorfos tabulares o esqueléticos. Diámetros medios comprendidos entre 0,06 y 0,10 mm. Algún cristal está alterado a leucóxeno de forma incipiente. Presente en todas las muestras de este grupo.

**Pirita.**—Aparece sólo ocasionalmente en alguna muestra y en proporciones muy bajas. Los diámetros y en bajísima proporción. Alguna vez está asociada a 0,25 mm. A veces, asociada a pirrotina.

**Calcopirita.**—Se presenta distribuida en forma semejante a la pirita y en proporciones y diámetros también similares.

**Blenda.**—Mineral presente sólo en alguna muestra y en bajísima proporción. Alguna vez está asociada a pirrotina. Los diámetros de los granos son muy reducidos, aproximadamente 0,02 mm.

*Pizarras muy oxidables.*

Presentan los siguiente minerales metálicos:

**Pirrotina.**—Mineral muy abundante y siempre presente en este grupo de las pizarras. Los granos son de contornos irregulares, tamaño variable, pero que pueden llegar en algunas muestras a medio milímetro de diámetro medio y en otras a varios milímetros. En algunos cristales se han reconocido maclas.

**Marcasita.**—Presente en la mayor parte de las pizarras de este grupo. Aparece en masas de varios milímetros. Presenta abundantes maclas. Este mineral parece proceder de pirita, ya que en ocasiones quedan restos sin transformar.

**Calcopirita.**—Presente en todas las muestras de este tipo, pero en bajísima proporción.

\* \* \*

A la vista de los minerales metálicos existentes en los cuatro grupos de pizarras establecidos, observamos cómo la pirrotina pasa de ser un mineral abundante en las pizarras muy oxidables, a no estar presente en las pizarras no oxidables, pasando por estadios intermedios; así, en las pizarras algo oxidables, este sulfuro existe aunque en baja proporción, y en proporción algo superior en el grupo de las pizarras oxidables.

Esta relación entre el grado de oxidación y la presencia de pirrotina tiene fácil justificación, ya que la pirrotina es el sulfuro de hierro más fácilmente destructible. El aire y el agua lo alteran con facilidad y en un corto espacio de tiempo. Productos finales del proceso de meteorización en este mineral son  $SO_4$ , Fe, o limonita y  $SO_4$ ,  $H_2$ .

En las muestras de pizarras de las denominadas con "pirita no oxidable", a las que corresponde el grupo de las pizarras no oxidables, el mineral metálico presente es la ilmenita en pequeños granos, la cual no se altera a óxidos de hierro, sino a leucóxeno (además esta alteración sólo se ha observado en algún grano de forma incipiente) que es un óxido de titanio hidratado.

Por tanto, no son oxidables las pizarras que contienen ilmenita, siempre que sean pobres en pirrotina, como ocurre con el grupo ya descrito de las pizarras no oxidables.

Las pizarras que contienen pirita y carecen de pirrotina no son oxidables dado que la pirita no se altera fácilmente; es el caso de las muestras que



dentro del grupo de las no oxidables tienen mayor proporción de pirita y ausencia de ilmenita.

La presencia de minerales tales como calcopirita, blenda, galena, bornita o hematites, que están en cantidades mínimas, lógicamente, no tienen ninguna influencia en el grado de oxidación de las pizarras.

## CONCLUSIONES.

La composición mineralógica, hecha excepción de los minerales metálicos que puedan llevar las pizarras, no influye en la calidad de las mismas; prueba de ello es que, dentro de las muestras estudiadas de diferentes grados de calidad, la composición mineralógica es muy similar.

Las principales características a considerar en cuanto a la calidad de las pizarras, son de tipo estructural.

Hay un hecho comprobado en todas las muestras estudiadas y es, que las pizarras de techo de peor calidad presentan una esquistosidad formando ángulo con la estratificación, mientras que en las de buena calidad, estratificación y esquistosidad coinciden.

De lo expuesto en este trabajo se deduce que no serán zonas favorables para la explotación de las pizarras de techo, las próximas a las charnelas, pues en ellas esquistosidad y estratificación no son coincidentes y como ya hemos dicho, las pizarras de peor calidad presentan la esquistosidad formando ángulo con la estratificación.

En una investigación para localizar nuevas masas de pizarras, se deberán eliminar zonas afectadas por una segunda esquistosidad, bien sea de crenulación, de "Strain slip" o de fractura. De ahí que sea interesante hacer un análisis estructural de detalle.

Respecto al problema de la oxidación de las pizarras, se ha llegado a la conclusión, después del estudio de los minerales metálicos, que el principal mineral causante de estos productos es la pirrotina, pues todas las muestras que presentan este mineral en cierta proporción son oxidables, y en mayor medida, cuanto mayor cantidad del mismo contengan.

Las pizarras que contienen pirita y carecen de pirrotina no deben ser oxidables, dado que la pirita no se altera fácilmente.

Las pizarras que presentan ilmenita, siempre que sean pobres en pirrotina o carezcan de ella, no son oxidables.

## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a los técnicos de la Agrupación Sindical Provincial de Pizarristas de Sobrado de Valdeorras (Orense), que me han proporcionado los datos de calidad de las pizarras, necesarios para la realización de este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

- MATTE, PH: *L'alure de la virgation hercynienne de la Galice orientale*. Tesis doctoral. Universidad de Montpellier (1968).
- PÉREZ ESTAUN, A.: *La estratigrafía y la estructura de la rama sur de la zona Asturoccidental-Leonesa (W de León, NW de España)*. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo (1975).
- WINKLER, H. G. F.: *Petrogenesis of Metamorphic rocks*. Springer Verlag, pp. 320 (1974).

Recibido: Julio 1976.



# INFORMACION

## Noticias

### MINERIA

#### NUEVA EMPRESA PARA LA MINERIA DEL CARBON

Se ha constituido en Madrid una nueva empresa, denominada Promotora de Minas de Carbón, cuyo objetivo será la explotación de minas de carbón a cielo abierto.

Son socios fundadores la Sand León, empresa de gran prestigio en el estudio y proyectos de explotación de minas de carbón y Cavosa (Compañía Auxiliar de Voladuras, S. A.), perteneciente al grupo de Explosivos Río Tinto.

### MINERALURGIA

#### SETENTA Y CINCO AÑOS DE ALTOS HORNOS DE VIZCAYA

Sa cumplen los primeros setenta y cinco años de vida de Altos Hornos, ya que efectivamente, la sociedad se constituyó en el año 1902.

Sin embargo, la tradición siderúrgica vizcaína arranca de 1847, cuando la sociedad Ibarra, Mier y Compañía, construyó el primer horno alto del norte de España.

El primer paso para la creación de Altos Hornos de Vizcaya se dio el 26 de junio de 1901, con el pacto firmado entre las sociedades Altos Hornos y Fábricas de Hierro y Acero de Vizcaya, "La Vizcaya y La Iberia".

El primer presidente fue don Tomás de Zubiría, conde de Zubiría, y el primer capital, de 32,7 millones de pesetas.

#### EN NOVIEMBRE DESCENDIERON LAS EXPORTACIONES DE PRODUCTOS SIDERURGICOS

Las importaciones de productos siderúrgicos han experimentado en el mes de noviembre último un descenso del 37,7 por 100 respecto al mismo mes de 1975, según informa Unesid. En dicho mes, las importaciones totalizaban 89.795 toneladas, que representan 113.576 toneladas en acero equivalente. El total acumulado en los once primeros meses de 1976 se eleva a 2.306.553 toneladas de productos que equivalen a toneladas 2.792.159 de acero. Esta cifra es un 26,2 por 100 superior al conjunto de las importaciones en el mismo período de 1975.

Los mayores aumentos por productos en las importaciones de los once primeros meses de 1976 corresponden a semiproductos, principalmente desbastes planos y lingotes de acero, aceros especiales y tubos, mientras han disminuido en mayor grado las de desbastes en rollo, chapas, perfiles y planos universales.

Por lo que respecta a las exportaciones de productos siderúrgicos, sumaron 116.826 toneladas en noviembre de 1976, que corresponden a 155.119 toneladas de acero equivalente. Esta cifra es inferior en un 38,3 por 100 a las que se exportaron en el mismo mes del año anterior, registrándose los descensos de mayor cuantía en chapas, barras y perfiles.

En el período enero-noviembre del año que ha finalizado, las ventas de productos siderúrgicos al exterior han sumado 2.142.522 toneladas, equivalentes a 2.844.336 toneladas de acero. Con relación al mismo período del año anterior, las exportaciones en los once meses del año 1976 presentan los mayores aumentos en chapas, perfiles y aceros especiales.

### INDUSTRIA

#### EL MINISTRO DE INDUSTRIA, EN ZARAGOZA

El ministro de Industria, señor Pérez Bricio, inauguró la nueva planta de la factoría Nurel, que significa la creación de 450 nuevos puestos de trabajo. La producción de la nueva planta alcanzará las 20.000 toneladas de fibras sintéticas.

El ministro, al regreso a Madrid, en unas declaraciones que en exclusiva concedió al diario "Heraldo de Aragón", dijo refiriéndose al coste de la energía que las medidas energéticas tomadas hace cuatro meses eran tímidas, como ahora se puede ver, por lo que habrá que volverlas a tomar. La importación de crudos en 1977 nos va a costar, según el señor Pérez Bricio, en cifras casi exactas 34.500 millones de pesetas más que el año anterior. Se refiere también a otras fuentes de energía que asimismo se encarecerán, para concluir diciendo que, según los economistas, en España no se ha ahorrado energía porque disponemos de la más barata de Europa, hay que elevar de manera muy importante todos los productos energéticos, tanto por su coste como por intentar disuadir de su consumo a los españoles.

#### MAL MOMENTO PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION NAVAL

Aparte la crisis, lenta pero profunda, que afecta al sector mundial, los astilleros españoles, debido a problemas específicos, han experimentado una caída de actividades—no prevista hace un año—que ha alcanzado el 16 por 100 en términos reales. Urge adoptar una serie de medidas cuya demora podría llevar al sector a un retroceso irreversible, perdiéndose la posición alcanzada, en equipamiento y exportación, durante los últimos años. Esta es la situación crítica a finales de 1976, según el balance de coyuntura presentado ayer a los medios informativos por el presidente de Construnaves, don Francisco Aparicio.

Las entregas han descendido de 1,7 en 1975 a 1,3 millones de T.R.B. en 1976, mientras contratación y cancelaciones se situaban, respectivamente, en 0,4 y 0,3 millones de T.R.B., y la cartera total de pedidos seguía su descenso hasta quedar en 3,4 millones de T.R.B. al terminar el año. De éstas, más de dos millones se encuentran en avanzado estado de construcción, y en 2,2 millones se trata de buques-tanques, de reducida inversión por tonelada.

Concretamente, el porcentaje de variación 76-75 ha sido negativo en un 23 por 100 respecto al capítulo de entregas (que ha quedado en 1.303.543 T.R.B.), así como en producción compensada, que ha descendido el 16 por 100,

y en nuevos contratos, que bajó el 15 por 100. El capítulo de cancelaciones se salda también en un 35 por 100 de descenso, y el de cartera de pedidos—que arroja un total de 3.367.059 T.R.B.—disminuye igualmente en un 26 por 100, siempre respecto a 1975.

#### Baja la cartera de pedidos

La cartera de pedidos, para 1977, cuenta sólo con 21 petroleros y 2.241.748 T.R.B., frente a 33 unidades y 3.401.624 T.R.B. en 1976, lo que supone un descenso del 34 por 100. Descienden igualmente los pedidos de pesqueros en un 37 por 100, al pasar de 236 unidades, con una suma de 145.020 T.R.B. en 1976, a 168 unidades, con 91.663 T.R.B., en 1977.

Los pedidos de portacontenedores descienden también de 34 a 29 y de 91.053 a 78.220 T.R.B., lo que supone un 14 por 100 menos, y desaparecen de la cartera de pedidos los buques de pasaje, que el año pasado fueron ya únicamente dos, con 20.535 T.R.B.

Se incrementan únicamente los pedidos de graneleros—en un 10 por 100—, que pasan de 24 a 18 en unidades, pero suben, en tonelaje, de 325.218 a 357.524 T.R.B. Sube igualmente el pedido en tonelaje de otros buques de carga, que pasan de 559.913 a 578.560 T.R.B.—un 3 por 100—, y el capítulo de "varios", que asciende de 33 a 38 unidades y de 16.655 a 19.344 T.R.B., es decir, un 16 por 100 sobre los pedidos del año terminado.

En términos generales, y por lo que se refiere a 1976, ha aumentado ligeramente el tonelaje entregado a armadores nacionales—aunque ha descendido el número de buques, especialmente pesqueros—y ha bajado el tonelaje servido al exterior—545.692 T.R.B.—, manteniéndose el número de unidades: 37.

El valor de las construcciones nuevas ha sido de 59.000 millones de pesetas—cifra semejante al año anterior—, mientras el valor contractual de los buques exportados ha sido de 325 millones de dólares, que supone un retroceso respecto a 1975 y una cifra análoga a la de 1974.

La grave situación coyuntural de los astilleros españoles—agravada por factores específicos—se inscribe dentro del marco de recesión y crisis que afecta al sector mundial de la construcción naval, cuya producción ha sido de 34 millones de T.R.B. durante los últimos años, mientras la contratación ha descendido progresivamente durante los años 74, 75 y 76 a 27, 14 y 12 millones de T.R.B., respectivamente. La cartera de pedidos ha bajado también, durante 1976, a 62 millones de T.R.B., menos de la mitad que en el año 1974.

De los tres grandes bloques en que se edifica la producción mundial—Japón, Europa y el tercer bloque (que comprendería Estados Unidos, U.R.S.S., Brasil y otros)—, es el europeo, a juicio del señor Aparicio, el más amenazado por la crisis y recesión presentes.

De estos bloques, el japonés es el más potente: el 80



por 100 de los 12 millones de toneladas de registro bruto de 1976 han sido contratadas por Japón. Su problemática económica y su mentalidad empresarial son muy distintas de las europeas. El absentismo laboral, por ejemplo, en los astilleros japoneses—especificó el señor Aparicio—, es de un 1 por 100, frente al 14 por 100 que alcanza en países como los escandinavos. Aquellos trabajarían, anualmente, un mes más que éstos. Debido a estos y otros factores, la producción naval japonesa oferta a un 30 ó 40 por 100 más barato que la europea.

La recesión amenaza por tanto, fundamentalmente, al sector europeo, que después de varios intentos de acuerdo con el japonés, sin resultado, se ha decidido—en casi todos los países de la O.C.D.E.— por una carrera urgente de ayudas a la construcción naval.

España, que se ha unido a la Asociación de Constructores Navales de Europa contra la gran competencia japonesa, va, sin embargo, desfasada en este plan de ayudas. Es preciso que Gobierno, empresas y obreros del sector tomen conciencia del momento, cuya gravedad puede ser definitiva.

#### VISITA DEL MINISTRO DE INDUSTRIA A VENEZUELA, COLOMBIA Y ECUADOR. SE CONFIRMAN LOS PROYECTOS DE COLABORACION HISPANO-VENEZOLANOS

Los proyectos españoles de colaboración industrial, automoción, petroquímica y naval van concretándose, y en un plazo no superior a tres meses estarán en ejecución, ha declarado el ministro español de Industria en Venezuela. El señor Pérez Bricio se ha mostrado "optimista" en cuanto a la participación española en la construcción del ferrocarril Ciudad Guayana-San Juan de los Morros, tras las conversaciones mantenidas estos días.

Precisó, sin embargo, que la decisión no se tomará hasta el mes de marzo, por cuanto el Fondo de Inversiones ha solicitado informes complementarios a las ofertas presentadas por varios países al instituto venezolano de los ferrocarriles.

El ministro español se refirió también a la eventual adquisición de 400 microbuses "Pegaso", por parte de Venezuela, que estudia actualmente la oferta española, a través del Ministerio de Hacienda. El señor Pérez Bricio destacó, en este sentido, que los autobuses "Pegaso" vendidos últimamente al Gobierno venezolano han superado ya las pruebas de alta montaña, con gran ventaja respecto a vehículos del mismo tipo producidos por otros países.

Por otra parte, anunció que el ministro venezolano de Información y Turismo, don Diego Arria, mostró interés en patrocinar la exposición española de turismo que será exhibida este año en el poliedro de Caracas.

Asimismo, manifestó que durante su visita tomó parte en la elaboración del acuerdo hispano-venezolano sobre

formación profesional, que será firmado próximamente en Madrid.

En Venezuela, el ministro de Industria español se reunió con todos los ministros económicos de aquel país, con quienes trató diversos temas relativos a cooperación en materia naval, participación en el sector automotriz del Pacto Andino, formación profesional, cooperación en materia petroquímica y colaboración en materia turística.

En lo que se refiere a materia naval, se estableció la participación de Astilleros Españoles en una sociedad venezolana para la construcción de un astillero. En este astillero se formarán buques de transporte de mineral de hierro y de petróleo. La colaboración de España sería financiera y tecnológica. También se apuntó la posibilidad de que se construyeran en nuestro país diversos prototipos, en cuya construcción intervendría mano de obra venezolana.

Durante su visita en Ecuador, el presidente de aquel país adelantó una invitación al Rey de España que será cursada en los próximos días. El ministro de Industria firmó un convenio de investigación de zonas mineras, en un momento en que parecen haberse descubierto importantes yacimientos de cobre. En este supuesto, se crearían sociedades mixtas hispano-ecuatorianas.

Asimismo, se negoció un acuerdo de colaboración industrial que versa sobre la participación de Ecuador en el programa automotriz del Pacto Andino. Por otra parte, el desarrollo industrial con Ecuador se desarrollará a través de grupos privados españoles.

Finalmente en Colombia, donde fue recibido con gran afecto por el presidente Alfonso López Michelsen, el ministro de Industria firmó un acuerdo sobre carbón y sobre uranio, por el que España participará en la investigación, con la consecuente creación de sociedades mixtas en el supuesto de que se alcancen resultados positivos.

#### INGENIERIA CIVIL

##### PRESA EN VENEZUELA

La empresa constructora española Leing, Sociedad Anónima, se adjudicó un concurso en Venezuela para construir una presa sobre el río Yacumbu de este país.

Leing está asociada con una firma constructora venezolana. El importe de la obra asciende a 200 millones de bolívares (3.400 millones de pesetas).

##### 637,8 MILLONES DE PESETAS PARA LA PRESA DE TOUS (VALENCIA)

La Dirección General de Obras Hidráulicas ha adjudicado el concurso-subasta de las obras de consolidación y

anclajes de la ladera derecha aguas abajo de la cerrada de Tous, en Valencia, a Agromán. El presupuesto de estas obras es de 246,6 millones de pesetas. La misma empresa ha resultado adjudicataria por la Dirección General de Obras Hidráulicas de las obras de encauzamiento aguas abajo del aliviadero de la presa de Tous. El presupuesto de estas obras es de 391,2 millones de pesetas.

Ambas resoluciones fueron publicadas ayer en el "Boletín Oficial del Estado". En total el presupuesto de las dos obras a realizar en la presa de Tous por Agromán suma 637,8 millones de pesetas.

#### FILTRACIONES EN LA PRESA DE MIRAFLORES DE LA SIERRA

En la presa de Miraflores de la Sierra se han observado unas filtraciones que han obligado a tomar medidas de extrema urgencia.

El nivel de agua embalsada ha subido dos metros por encima del nivel máximo normal, amenazando con una inundación que podría causar una catástrofe en Guadalix, situado junto a la presa. Las anomalías se observan desde los últimos días de diciembre, y en el Gobierno Civil aseguraron que la empresa constructora está haciendo urgentes reparaciones.

La presa de Miraflores de la Sierra es motivo de problemas desde su construcción. Pensada para asegurar el abastecimiento de agua a los pueblos colindantes, al poco tiempo de entrar en servicio tuvo que ser cerrada por falta de seguridad en las capas impermeabilizadoras. El problema de escasez de agua amenazó gravemente el pasado verano a las colonias de veraneantes y el abastecimiento se palió con el transporte de agua en camiones.

#### ENERGIA

##### CRISIS DE GAS NATURAL EN USA.

El Presidente Carter ha pedido al Congreso poderes de urgencia para enfrentarse a la crisis de gas natural. Carter plantea una sola alternativa: o pagar el gas más caro—aumentos al consumidor—o dejar sin gas a amplios sectores del país.

##### EL PLUTONIO, COMBUSTIBLE DEL FUTURO. ESTADOS UNIDOS QUIERE CONTROLAR LOS RESIDUOS DE LAS CENTRALES NUCLEARES

El tema de los residuos radiactivos producidos por las centrales nucleares sigue preocupando a la opinión pública por sus consecuencias futuras y preocupa a los Go-

biernos que no tienen plantas de procesamiento para transformar esos residuos, por lo que han de enviarlos a otros países.

Ese es el caso de España, que envía sus residuos a Inglaterra, y que según informaciones alarmistas, puede verse afectada por la decisión de Estados Unidos, de cara a su futura política nuclear, de no permitir que los residuos radiactivos sean transformados en otros países que no sean los receptores de uranio enriquecido (Estados Unidos suministra actualmente a España uranio enriquecido para las centrales de Santa María de Garoña y José Cabrera, no así a la de Vandellós, que utiliza uranio natural).

La nueva política del Presidente Carter, tendente a evitar una proliferación de la energía nuclear en el mundo, ha puesto de nuevo el tema en candente, y ha hecho concebir temores sobre el destino de los residuos.

Pero el problema real que se plantea no es el de qué hacer con dichos residuos, porque nadie los quiere, sino todo lo contrario; es decir, que éstos son muy apetecibles por la gran riqueza que contienen, por lo que tienen muchos aspirantes para su reciclaje, ya que de ellos se puede obtener un producto tan importante como el plutonio. Con el plutonio se puede hacer teóricamente la bomba atómica, y este es el aspecto político del problema, y el hecho en que se basa Estados Unidos para pedir a los países a los que suministra uranio para sus centrales nucleares que firmen el tratado de no proliferación de armas nucleares. Pero en el fondo el problema es económico, ya que el plutonio se perfila como energía para los reactores del futuro. Entonces, los Estados Unidos lo que desea es que se le devuelvan los residuos, para ser transformados allí, o que si se hace un retratamiento de éstos en Europa, sea bajo su control. Esta es la única dificultad que se plantea, han señalado a "Informaciones" fuentes competentes, y no el cierre de alguna central nuclear, ya que esto no le interesa a nadie.

En España hay actualmente en funcionamiento tres centrales nucleares: José Cabrera, Santa María de Garoña y Vandellós, que produjeron en 1976 7.551 millones de kilovatios-hora, frente a los 82.875 millones de producción hidroeléctrica y termoeléctrica clásica.

Para 1985, España contará, según las previsiones actuales, con 41 centrales nucleares; cuatro de ellas están en construcción (Almaraz, Lemóniz, Ascó y Cofrentes), otras cuatro tienen ya autorización previa (Trillo, Sayago, Valdecaballeros y Vandellós II) y el resto está en proyecto.

##### SE AGOTAN LAS RESERVAS DE URANIO

La Agencia Internacional de Energía Atómica estima que los recursos mundiales de uranio pronto serán insuficientes para alimentar a las centrales nucleares, por lo que será necesario intensificar el desarrollo de nuevas prospecciones.



En la actualidad hay 188 centrales nucleares, que en 1985 se incrementarán a más de 500. Los expertos prevén que la necesidad de uranio para finales de siglo alcanzará los cuatro millones de toneladas, cuando las reservas mundiales actualmente no sobrepasen el millón de toneladas.

Por otra parte, el Consejo Internacional del Estaño anunció ayer en Londres el agotamiento de los suministros de estaño del depósito regulador, establecido por acuerdo internacional.

Como consecuencia de esto, el precio del estaño alcanzó los niveles más altos de cotización en el mercado de metales londinense, ganando 125 libras esterlinas, al situarse en 5.390 libras la tonelada.

#### NUEVO PASO HACIA EL DESCUBRIMIENTO DE LA MATERIA

Un nuevo paso hacia el conocimiento de la materia ha sido dado con el descubrimiento de una partícula, se anunció ayer en París.

Se trata de una partícula de 1.780 millones de electrones-voltios. Se desintegra en cinco "mesones bi" y parece pertenecer la categoría de partículas próximas a las familias "S" y "Psi", de las que se habló en círculos científicos con motivo de la atribución del premio Nobel de Física 1976. La nueva partícula tiene una vida muy breve y su descubrimiento ha sido ya previsto, teóricamente, por los matemáticos.

Este descubrimiento es obra de un equipo de catorce físicos de los laboratorios de la Facultad de Orsay, que trabajaron en un anillo de colisiones de 7 "gev", instalado recientemente al lado del acelerador lineal.

#### RESERVAS DE ENERGIA

Al mismo tiempo, las reservas de energía eléctrica de origen hidráulico ascienden a 10.294 millones de kilovatios-hora, lo que representa el 53,6 por 100 de la que se tendría con los embalses completamente llenos, y un incremento del 5,1 por 100 respecto a la de los siete días anteriores.

Los beneficios del aumento del agua embalsada ya han quedado también reflejados en la producción que en diciembre reflejó un importante aumento de la de origen hidráulico y una disminución de la de origen térmico, con el consiguiente beneficio en el ahorro de combustible. Mientras en diciembre de 1976 la producción de electricidad de origen hidráulico fue de 3.217,8 millones de kilovatios-hora, en el mismo mes del año anterior fue de 2.564,2 millones. A su vez, la energía de origen térmico, que en diciembre de 1975 había alcanzado los 4.456,4 millones de kilovatios-hora, pudo ser reducida en diciembre del 76 a 4.073,7 millones de kilovatios.

#### EL CONSUMO ENERGETICO EN 1976. SUPERIOR AL PREVISTO

El sector energético ha sido, después del pesquero, el de mayor crecimiento real en 1976, según un informe del Servicio Sindical de Estadística, que recoge "Petróleo". Dicho sector registró, frente a una media de crecimiento del 2 por 100 para el conjunto de la economía nacional, un incremento del 7,3 por 100, mientras que el sector pesquero creció el 7,5 por 100.

El aumento registrado en el sector energético en 1976 fue superior al previsto, mientras que las inversiones crecieron a un ritmo menor del que se esperaba, 4,5 por 100. Las previsiones para este año se cifran en aumento del 5,8 por 100 para la producción y 3,6 por 100 para las inversiones.

#### ESPAÑA, PRIMER CLIENTE ATOMICO DE ESTADOS UNIDOS

Con dos reactores atómicos en funcionamiento, siete en construcción y tres encargados, España figura a la cabeza de los clientes atómicos de Estados Unidos.

Según un estudio publicado por el semanario alemán "Die Zeit", con 35 reactores exportados los Estados Unidos figuran como los mayores dueños del mercado internacional, seguidos de Alemania Federal, con diez; Francia, con nueve; Canadá, con ocho, y Suecia, con dos.

Señala asimismo que en el mundo, sin incluir a China, hay 168 reactores en funcionamiento, 195 en construcción y 152 encargados, que suponen un total de 515 centrales con 387 zonas pertenecientes a 34 países.

Los clientes atómicos de Alemania Federal son: Argentina, Brasil, Irán, Luxemburgo, Holanda, Austria, Suiza y España (con un reactor encargado).

De Estados Unidos son: Bélgica, Brasil, India, Italia, Japón, Yugoslavia, Corea, Méjico, Holanda, Filipinas, España y Formosa.

#### LA GASOLINA ESPAÑOLA, ENTRE LAS MAS CARAS DEL MUNDO

La marca de precio bajo lo ostenta, lógicamente, Arabia Saudí, seguida de Venezuela, donde el galón americano viene a costar 14 centavos de dólar americano, equivalente a unas 10 pesetas el galón americano, que tiene 3,75 litros.

Sin pretender una comparación con estos dos países, principales productores de crudo en el mundo, el precio español todavía queda muy por encima de países europeos como Alemania Federal (1,40 dólares) e Inglaterra (1,13 dólares).

#### CABLE SUBMARINO ENTRE FRANCIA Y GRAN BRETAÑA

Francia y Gran Bretaña construirán en los próximos meses un gigantesco cable submarino para transporte de electricidad.

El proyecto tendrá inicialmente una capacidad de 2.000 megavatios; es decir, el equivalente en potencia de dos reactores nucleares. Las inversiones alcanzarán unos 2.000 millones de francos, que serían aportados en forma paritaria entre las dos naciones.

Esta realización, actualmente en curso de negociación, podrá convertirse en efectiva a finales de 1979 o comienzos de 1980.

#### CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE ENERGIA SOLAR

Con la participación de veinte países de la cuenca mediterránea y de la zona del golfo Pérsico se ha inaugurado en Niza la Conferencia Internacional sobre Energía Solar.

La principal característica de esta reunión es que, por primera vez, el tema de la energía solar llega a un punto de madurez no sólo desde técnico y científico, sino también en sus implicaciones políticas y económicas, lo que justifica la presencia de personalidades gubernamentales de diversos países.

La primera jornada ha sido dedicada a informes técnicos de especialistas franceses, relativos a temas tan variados como la calefacción y el suministro de agua caliente, la climatización, las telecomunicaciones solares, la agricultura solar, la bioconversión y las fopilas.

Pero, ya a partir de ahora se han podido vislumbrar las perspectivas que abre la utilización de la energía solar, que han sido resumidas en un discurso preliminar del delegado francés para las Nuevas Energías, Jean Claude Colli. Para los países del Mediterráneo—dijo—, el sol es un elemento de desarrollo. Dichos países, que disponen de "una fachada heliotérmica", pueden ser considerados como "una comunidad de países solares".

Las principales ventajas de la energía solar—subrayó— es que constituye un factor de independencia para cada país, que se trata de una fuente primaria de energía renovable, sencilla, económica y flexible, pues puede ser fácilmente modulada, no contaminante y elemento estabilizador de las regiones rurales, ahora sujetas a centralismos.

La energía solar presenta incluso un interés militar, ya que las instalaciones se hallan dispersas por todo el territorio y no constituyen un blanco primordial para un eventual enemigo.

Hoy continuarán los informes técnicos, seguidos de una mesa redonda, en la que intervendrá un miembro de la delegación española, presidida por el ministro de Industria, don Carlos Pérez de Bricio, quien llegará hoy a Niza e intervendrá mañana en la conferencia plenaria con partici-

pación de todos los ministros de los países representados, así como de don Luis Magana, director general de Energía; don Juan Tembory, director del Centro de Estudios Generales de Energía; don José María Jerez y de Rojas, secretaria general Técnico del Ministerio de Industria, y probablemente don Adolfo Iranzo, secretario del ministro.

Participan en la conferencia los siguientes países: Argelia, Arabia Saudita, Chipre, Egipto, España, Federación de Emiratos Arabes, Francia, Grecia, Italia, Kuwait, Malta, Marruecos, Mónaco, Portugal, Qatar, Libia, Yemen, Túnez, Turquía y Yugoslavia, así como representantes de la Comunidad Económica Europea, del Banco Mundial y observadores de firmas industriales.

#### EN ESPAÑA SE HA CONSTITUIDO EL CENTRO NACIONAL DE ENERGIA SOLAR

Por lo que respecta concretamente a la investigación sobre la energía solar en España, existen bastantes iniciativas. El I.N.T.A. (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), en colaboración con el Centro Internacional de la Energía, de Viena, está desarrollando la parte española del programa multinacional de energía solar. El C.S.I.C. también realiza trabajos de desarrollo de esta fuente de energía. La Universidad Politécnica de Madrid investiga asimismo en la producción de energía solar por técnica fotovoltaica. En cuanto a la industria española, hay varios fabricantes que producen, e incluso exportan, paneles para captación de energía radiante solar y también fabrican instalaciones completas para calefacción doméstica. Por su parte, en el Centro de Estudios de la Energía se ha constituido el Centro Nacional de Energía Solar, con el objeto de impulsar, coordinar y controlar todas las iniciativas, investigaciones y desarrollo de esta nueva fuente energética en España.

#### CRISIS ENERGETICA EN U.S.A.

Las bajas temperaturas en los Estados Unidos han agravado la crisis de gas natural, y millones de americanos han quedado temporalmente sin trabajo.

El gobernador de Pennsylvania, Milton Shapp, ha ordenado a todas las fábricas de productos no esenciales que cierren durante varios días. Las escuelas del Estado también se han visto obligadas a cerrar y dos millones seiscientos mil estudiantes y profesores han recibido vacaciones forzadas. Los restaurantes, almacenes y lugares de diversión han cerrado también, y la gente se ha refugiado en el único lugar donde hay calefacción todavía: las casas.

En Ohio, el gobernador, James Rhodes, dijo que había una "crisis grave de energía" y mandó cerrar numerosas fábricas y escuelas del Estado. Doscientas cincuenta mil personas han quedado temporalmente sin trabajo.

La mayor parte de las carreteras de Illinois y de Mi-



chigan están cortadas al tráfico, y los gobernadores de ambos Estados han anunciado por radio y televisión que la Policía ha establecido servicios especiales para las personas que han quedado atrapadas en la carretera por la nieve y han pedido a los habitantes de otros Estados que se abstengan de viajar por esta región del país mientras no mejore el tiempo.

En Chicago todas las escuelas están cerradas y numerosas fábricas abren sólo media jornada.

La empresa principal de reparto de gas de New Jersey, Public Service Electric Gas Co., ha reducido sus suministros a 2.500 clientes comerciales e industriales, donde trabajan 230.000 personas. Un portavoz de la empresa declaró que estos comercios y fábricas "van a tener que cerrar".

El alcalde de Nueva York, Abraham Beame, ha pedido al Gobierno del Estado, dirigido por el señor Carey, que declare el "estado de urgencia" y ordene la reducción del suministro de gas a todos los edificios comerciales e industriales de la ciudad.

Baltimore Gas and Electric Co., principal empresa de suministro de gas de Maryland, anunció que sólo suministrará el mínimo indispensable de combustible a sus 3.000 clientes comerciales e industriales.

Medidas similares se han adoptado en los doce Estados del Este y centro del país. Mientras tanto, en Washington, el presidente Carter ha presentado al Congreso un Plan de ayuda a las regiones más afectadas por la crisis y ha ordenado a los norteamericanos que bajen los termostatos y gasten la menor cantidad posible de combustible.

El consejero de Energía de la Casa Blanca, James Schlesinger, pidió ayer a los congresistas que actuaran inmediatamente para hacer frente a la crisis, y pidió al pueblo que se sacrifique. El jefe de la mayoría demócrata del Senado invitó a sus colegas a "dejar a un lado otros problemas" y votar inmediatamente sobre el Plan de urgencia de Carter.

El Plan de Carter permitirá a las compañías de gas federales comprar combustible sin atenerse a los controles de precios que ordena la ley, y autorizar al Presidente para ordenar suministros especiales a aquellas fábricas o regiones donde lo considere más conveniente. Es un Plan a corto plazo, destinado a resolver la crisis actual hasta que las temperaturas (15 y 20 grados bajo cero) suban.

## HIDROCARBUROS

### SUBE EL PETROLEO CHINO

Japón comprará el petróleo chino con un incremento del 6,8 por 100, lo que eleva el barril a 13,15 dólares unidad. China aspira a mantener sus precios en línea con el resto de los países de la O.P.E.P.

### NADA DECIDIDO SOBRE LA EXPLOTACION DEL "CASABLANCA"

El destino del crudo de "Casablanca" es una incógnita pendiente de la decisión que ha de tomar al respecto la Dirección General de la Eenergía, del Ministerio de Industria.

Las empresas I.N.I., CNWL, Calspain, Denison Mines, Pacific Petroleum y Ciepsa, que integran el consorcio que viene realizando los sondeos, esperan la decisión, pues puede además sentar un precedente con vistas a posibles nuevos descubrimientos.

Las compañías quieren decidir sobre la parte que corresponda a cada una de ellas, y en este sentido se interpreta positivamente el hecho de que el petróleo de "Casablanca" no se haya incluido en la cuota de comercio en el Plan Nacional de Combustibles para este año, en el que solamente se hace referencia a que en este año se puede ya disponer de alguna cantidad de dichos crudos.

En dicho yacimiento está prevista una instalación temporal de explotación con un ritmo de producción de 10.000 barriles diarios, lo que equivaldrá a medio millón de toneladas al año. Esta producción podría incrementarse en sucesivas fases.

### TARRAGONA, PRIMER PUERTO PETROLERO NACIONAL

El puerto de Tarragona se confirmó, durante 1976, como el segundo del país, y uno de los más importantes del Mediterráneo.

En el año pasado entraron en el puerto de Tarragona 15.800.000 toneladas de mercancías, entre las que destacan los cargamentos petrolíferos, que sitúan a Tarragona como el primer puerto petrolero nacional.

En petróleo descargado se alcanzó un incremento del 187 por 100, y en carga general un 24 por 100. Atracaron en el puerto 2.668 buques, con 13.925.561 toneladas de registro bruto.

### MENOS PETROLEO U.R.S.S.

Un informe de la O.C.D.E. estima que, dados los actuales rendimientos y el hecho de que los yacimientos siberianos no responden a las expectativas formuladas, la U.R.S.S. podría producir sólo 580 millones de toneladas de petróleo en 1980, en lugar de los 620 millones que se prevén en el último plan quinquenal de la Unión Soviética.

### INVESTIGACIONES PETROLIFERAS EN BRASIL

La empresa estatal brasileña de petróleo Petrobás firmó en Río de Janeiro su tercer contrato, bajo cláusula de riesgo, para explotación de crudos en el país, con el consorcio franco-italiano Elf Aquitaine-Agrip Spa.

El consorcio concentrará sus investigaciones en un área de 3.050 kilómetros cuadrados en las costas del norte brasileño, en las proximidades del nacimiento del río Amazonas.

Las investigaciones de este consorcio franco-italiano serán realizadas por la Elf Aquitaine de Brasil, Servicios Petrolíferos-Braselfa, empresa subsidiaria creada exclusivamente para la ejecución de estos trabajos.

Las operaciones se iniciarán inmediatamente, según dijo un portavoz de la Petrobrás, añadiendo que inicialmente serán aplicados recursos del orden de ocho millones de dólares (544 millones de pesetas).

### LA CRISIS DE LA O.P.E.P. ES TEMPORAL

El Presidente venezolano, Carlos Andrés Pérez, ha dicho que el petróleo no es culpable de la inflación mundial hoy existente y que la misma es consecuencia de la mala conducción de la política económica de los países industrializados.

El Presidente señaló que "los países industrializados encontraron una víctima para hacerla responsable de todos los desastres que se han producido en sus países por una mala conducción de las políticas económicas", y que, "según ellos, el petróleo tiene la culpa de todo, especialmente de la inflación mundial".

También dijo que la O.P.E.P. no va a desaparecer, como muchos quieren, y que la crisis por la que atraviesa es temporal. Es producto de un desacuerdo, no en lo fundamental, sino en lo formal.

### EL PETROLEO, CLAVE DE LA ACTUAL POLITICA EXTERIOR

La acción diplomática que el Gobierno va a llevar a cabo en las próximas semanas puede tener una influencia decisiva en cuanto a las futuras compras de crudos, según opina en su último número el semanario "Petróleo".

En este sentido, la visita del ministro de Asuntos Exteriores, don Marcelino Oreja, en sustitución del presidente, don Adolfo Suárez, a Egipto, Irak y Siria podría poner en el plano de las negociaciones el tema petróleo, especialmente en Irak, país con el que España tiene uno de sus más importantes contratos de compra de crudo, y con el que la balanza comercial está fuertemente desequilibrada y con una clara falta de contraprestaciones comer-

ciales, en manifiesta contradicción con la política que la actual Administración pretende llevar adelante.

En esta misma línea se enmarca la visita a España, del primer ministro iraní, Amis Abbas Hoveida, quien acompañado por los ministros de Asuntos Exteriores y Economía ha mantenido una serie de conversaciones, esencialmente de cooperación económica y comercial, entre las que el petróleo tendría un lugar destacado. Irán es el tercer proveedor de crudo a España, detrás de Arabia Saudí e Irak.

Por otra parte, hay otras negociaciones con Kuwait y Arabia Saudita, donde recientemente estuvo una delegación del Ministerio de Hacienda, para la gestión de un crédito a España que podría oscilar entre los 500 y 1.000 millones de pesetas. La delegación viajará próximamente a Kuwait de nuevo, y es posible que tras la obtención del crédito, España incrementará sus compras de crudo a estos dos países.

## HIDROLOGIA

### LA PRODUCCION HIDROELECTRICA AUMENTA UN 100 POR 100 RESPECTO AL PASADO AÑO

El Ministerio de Obras Públicas muestra en su última información referente al estado de los embalses españoles una situación realmente positiva, consecuencia lógica de las abundantes y generalizadas lluvias que se vienen produciendo en nuestro país desde primeros de octubre.

El pasado día 24 de enero, todos los embalses españoles almacenaban 26.000 millones de metros cúbicos de agua, es decir, un 66 por 100 del total teórico. En la misma fecha del año pasado sólo teníamos 15.400 millones, y la media de los últimos cinco años ha sido de 19.900. La simple contemplación de estas cifras es suficientemente expresiva del óptimo estado actual de nuestras reservas de agua.

Por otra parte, hay que considerar que, merced a esta favorable situación, la energía hidroeléctrica producida es muy importante, y así, en el período comprendido entre el 1 y el 16 de enero de 1977 la producción había sido de 2.113 millones de kilovatios-hora, lo cual supone un aumento del 101 por 100 con respecto a igual período del año pasado.

A pesar de este consumo de agua con fines energéticos y del consumo normal para fines domésticos e industriales, nuestras reservas de agua siguen aumentando. La meteorología en este año de 1977 ofrece perspectivas halagüeñas en este sector de nuestra economía.



## IMPORTANTE AUMENTO DEL AGUA EMBALSADA EN FEBRERO

Un importante incremento de agua embalsada—2.224 millones de metros cúbicos—han registrado los embalses españoles entre el 3 y el 10 del presente mes, según los datos semanales de la Dirección Genral de Obras Hidráulicas.

Esta aportación, la mayor del actual otoño-invierno, nos sitúa en un volumen total de agua embalsada en la última de las citadas fechas de 24.772 millones, que representa ya el 62,5 por 100 de la capacidad total de nuestros embalses.

Las abundantes lluvias de los últimos meses se alejan ya de la alarmante situación que registrábamos el pasado año por estas fechas en que el volumen de agua embalsada era de sólo 15.863 millones de metros cúbicos, y, al mismo tiempo, nos sitúa en un nivel óptimo respecto a la media de agua embalsada de los cinco últimos años que por estas fechas era de 18.471 millones de metros cúbicos.

No obstante, conviene tener en cuenta que en esta media influyen los últimos años, que han sido especialmente secos. La excelente recuperación de nuestros embalses con un solo otoño-invierno húmedo pone de manifiesto las ventajas de contar con una red de embalses reguladores y la necesidad, tantas veces manifestada, de prestar una atención preferente a la realización de una política del agua en nuestro país.

Conviene también poner de relieve que el incremento de agua más notable en el período que hoy analizamos se ha registrado en la cuenca del Guadalquivir, precisamente la que menos reservas de agua tiene, habiéndose aumentado en un 12 por 100, lo que sitúa las reservas de agua de la misma en un tranquilizador 48,3 por 100.

## EL SUBSECRETARIO DE INDUSTRIA EN EL XI CURSO DE HIDROGEOLOGIA

España aprovecha sólo una cuarta parte de los recursos de aguas subterráneas con que cuenta, afirmó el subsecretario de Industria, Rafael Orbe Cano, en ocasión de inaugurar el XI Curso de Hidrogeología.

Orbe Cano destacó la necesidad de coordinar los esfuerzos de la Administración, los estamentos docentes y las empresas, para mejorar la investigación y el aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos.

La política de aguas está repartida en España entre los Ministerios de Industria y Obras Públicas. El primero se ocupa de las aguas subterráneas, mientras el segundo se dedica a los recursos hídricos de superficie.

Sólo se utiliza un 25 por 100 de los 20.500 millones de metros cúbicos anuales a que ascienden los recursos renovables de aguas subterráneas. Estas satisfacen un 22 por 100 del consumo agrícola y un 34 por 100 de las necesidades industriales y urbanas.

## CARTOGRAFIA

### LEVANTAMIENTO DEL MAPA DE LOS SUELOS DE ESPAÑA

En el Centro de Edafología y Biología Aplicada, del C.S.I.C., en Salamanca, se han efectuado los trabajos de campo para el levantamiento del mapa de suelos de España, de las provincias de Avila, Burgos, Cáceres, Salamanca y Valladolid, y de las zonas no húmedas de las provincias de León. Simultáneamente se ha hecho la fotointerpretación de las provincias de Cáceres, Salamanca y Valladolid y se procede al estudio por fotointerpretación de las restantes provincias.

En el campo se han reconocido más de ciento cincuenta asociaciones de unidades de suelos, según los criterios de la F.A.O., con objeto de contribuir a un mejor conocimiento de dichas unidades, y se ha descrito y tomado muestras de perfiles de las que se consideran más características de esta región, cuyo estudio puede suponer una valiosa aportación a la Edafología.

El interés de estas líneas de investigación es muy importante, ya que cada día se hace más necesario disponer de una documentación científica sobre el paisaje vegetal en forma de mapas.

### ESTUDIOS PARA LA CONFECCION DE UN MAPA DE LA FLORA ESPAÑOLA

El Instituto de Botánica Antonio José de Cavanilles, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, está prestando mucha atención a los estudios biosistemáticos sobre diferentes grupos de plantas superiores (umbelíferas, rosáceas, resedáceas, fagáceas, etc.). Estos estudios son de gran importancia para la confección de una flora que revise todas las especies conocidas del territorio español o, lo que es lo mismo, un catálogo que comprenda la flora de la España peninsular, islas Canarias y Baleares.

Cada día es más necesario disponer de este catálogo, ya que los estudios botánicos de carácter aplicado o sintético, como son los agronómicos, forestales, farmacognósticos, ecológicos y sociológicos, entre otros, necesitan de una sólida base sistemático-vegetal.

## CLIMATOLOGIA

### FRIO EN ESTADOS UNIDOS: EXPLICACIONES CONTRADICTORIAS

La ola de frío que está provocando una crisis energética en el país más rico del mundo es un aviso del gran

cambio climatológico que puede sufrir la Tierra en los próximos años.

Mientras la industria de Norteamérica está parcialmente paralizada por falta de reservas energéticas, científicos de todo el mundo estudian las causas y consecuencias de esta sorprendente ola de frío en el resto del mundo.

Las tesis son contradictorias y llegan a conclusiones muy dispares, pero todos los meteorólogos coinciden en señalar que la Tierra está entrando en un período de grandes variaciones climáticas. Pero mientras unos anuncian un período de frío intenso, otros intentan demostrar que nuestro planeta camina hacia una etapa más cálida, basándose para ello en la tremenda sequía que durante dos años padeció la zona africana del Sahel, o la del pasado verano en Europa.

Incluso algún meteorólogo como el soviético Mijail Budyko, ve en el frío actual de Norteamérica una señal de que la Tierra está entrando en un período más cálido.

Todo parece indicar que la ola de frío sobre Estados Unidos y Canadá se ha producido por un cambio de dirección de las corrientes de aire frío en la alta atmósfera, a más de 10.000 metros de altura, que han llegado este año mucho más al Sur de lo habitual.

Esto ha llegado a producir situaciones paradójicas como la de Alaska, que está gozando de un invierno realmente suave, con temperaturas a veces iguales o superiores a las de Florida.

Para los meteorólogos que prevén una etapa fría, como el doctor Bryson, de la Universidad de Wisconsin, el polvo procedente de la actividad volcánica y la contaminación producida por la industria está formando una especie de capa de protección que reduce el paso de los rayos solares a través de la atmósfera. En apoyo de esta tesis está el hecho de que la actividad volcánica de esta última década ha sido superior a las anteriores; erupciones en las islas del Caribe, Canarias, Africa central y los terremotos que han sacudido Nicaragua, Guatemala, China e Italia.

Stephen Schneider, del Centro Nacional norteamericano para la Investigación Atmosférica, cree, sin embargo, que la Tierra va hacia un período más cálido. Basa su teoría en el aumento de dióxido de carbono en la atmósfera, que tiene un efecto templador en la temperatura.

Las visiones del futuro climático pueden ser diferentes, pero todos los científicos coinciden en un punto: cualquier cambio planteará problemas para la alimentación de la Humanidad.

Un aumento en la temperatura traería como consecuencia el derretimiento de parte de las capas polares de hielo, lo que provocaría inundaciones en gran parte de las costas del mundo. Por otra parte, zonas actualmente templadas y fértiles se convertirían en áridas.

Pero también el frío acarrearía la pérdida de cosechas en zonas que quedarían cubiertas por el hielo, como en las áreas glaciales. El hambre, pues, haría presencia en muchas áreas de la Tierra.

## REUNIONES CIENTIFICAS

### CURSO DE FOTOINTERPRETACION AGRONOMICO-FORESTAL

Organizado por la Universidad Politécnica de Madrid y el Servicio de Fotogrametría y Fotointerpretación, se impartirá el anual curso de Fotointerpretación que dará comienzo el 14 de febrero de 1977, terminando el 24 de junio. Se realizarán además de las clases teórico-prácticas, seis viajes de campo y un trabajo final

Horario de clases: Todos los días laborables, de 16,30 a 20,30 h. en los locales del Servicio de Fotogrametría y Fotointerpretación sítos en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

Matrícula: Los interesados deberán solicitar ficha de inscripción al jefe del Servicio de Fotogrametría y Fotointerpretación.

## INVESTIGACION ESPACIAL

### HA SIDO DETECTADA LA PRESENCIA DE AGUA FUERA DE NUESTRA GALAXIA

Un equipo internacional de astrónomos ha descubierto, por primera vez, la presencia de agua fuera de nuestra galaxia, lo que indica la posibilidad de que haya vida en otras galaxias, ha informado el Instituto de Astronomía Max Planck.

El descubrimiento se ha hecho con la ayuda de un radiotelescopio "Egelsberg", de 100 metros, que es el mayor de los telescopios móviles de esta clase de todo el mundo.

El equipo de astrónomos, pertenecientes a Estados Unidos, Francia y Alemania, ha descubierto partículas de agua, de una densidad de uno por cada 10 centímetros cúbicos en el extremo de la nebulosa "IC 133", que se encuentra a dos millones doscientos mil años-luz de la Tierra, lo que equivale a un trillón de veces más lejos que el Sol.

Este descubrimiento significa que existe la posibilidad de que en otros sistemas solares, con las mismas condiciones físicas que las de nuestro sistema solar—con planetas y estrellas formadas por la condensación de polvo y gas— pueda haber vida.

El descubrimiento amplía la teoría de Copérnico de que la Tierra no es el centro del sistema solar, al sugerir que nuestro sistema solar no es el centro del Universo, ha dicho un portavoz del Instituto Max Planck.



"Podemos esperar el descubrimiento de planetas que giren alrededor de un Sol y que puedan tener condiciones físicas similares a las de la Tierra", ha comentado también el mismo portavoz.

El doctor Simon Mitton, del laboratorio Cavendish, de Cambridge, ha dicho que, aunque los científicos buscaban desde hace tiempo encontrar pruebas de la presencia de agua fuera de nuestra galaxia, el descubrimiento no les ha sorprendido.

## ECONOMIA

### JAPON: CIFRA RECORD DE SUPERAVIT COMERCIAL

La balanza comercial del Japón registró en 1976 un superávit record de 9.920 millones de dólares, según ha informado el ministro de Finanzas nipón.

Las exportaciones japonesas se incrementaron en un 21 por 100, con un total de 66.020 millones de dólares, en tanto que las importaciones, limitadas a causa de la recesión económica del año, se limitaron a una cifra de 56.100 millones, con un aumento de sólo el 13 por 100 en relación al ejercicio anterior.

### REUNION DE EMPRESARIOS PARA ESTUDIAR LA ECONOMIA EN 1977

Se celebraron en Madrid unas reuniones organizadas por la Asociación para el Progreso de la Dirección, sobre el tema "Cómo ven nuestros hombres de empresa la economía española en 1977".

En ellas intervinieron don Claudio Boada, presidente de Ford España; don Jaime Carvajal Urquijo, consejero general del Banco Urquijo; don Gregorio Millán, presidente de Sercobe; don José Luis Díaz Fernández, vicepresidente ejecutivo de Enpetrol; don Raúl Celestino, consejero delegado de Dragados; don José Luis Baranda, presidente de Ensidesa; don José Meliá, director general de Viajes Meliá; don Juan Miguel Antoñanzas, ex-presidente del I.N.I., y don Luis Coronel de Palma, director general de la Confederación de Cajas de Ahorros.

### SIGUEN SUBIENDO LOS METALES

Las cotizaciones en el mercado de Londres han seguido ascendiendo, mientras disminuyen las cantidades almacenadas en las reservas reguladoras de precios.

### 586.190 MILLONES DE PESETAS, DEFICIT DEL COMERCIO EXTERIOR EN 1976

A 586.190 millones de pesetas asciende el déficit de la balanza comercial española en 1976, según datos provisionales facilitados por la Dirección General de Aduanas. Esta cifra, que es la mayor alcanzada por nuestro comercio exterior, supera ampliamente el déficit registrado en la balanza en 1975 que se situó en 490.891 millones de pesetas. La cobertura, según los datos provisionales de 1976, ha sido mejor que el año anterior, ya que ha alcanzado el 49,9 por 100, mientras que en 1975 fue del 47,3 por 100.

Lo más destacado en las cifras facilitadas por la Dirección General de Aduanas es que el comercio exterior español registró también en diciembre las cifras más altas de toda su historia. En dicho mes las importaciones alcanzaron la cifra de 123.209 millones de pesetas, un 72 por 100 más que en el mismo mes de 1975, debido fundamentalmente a las grandes importaciones de crudos, que elevaron los pagos por este concepto a 30.000 millones de pesetas.

Durante ese mismo mes, las exportaciones alcanzaron la cifra, inédita hasta ahora, de 76.312 millones de pesetas, un 72,5 por 100 más alta que en diciembre de 1975. La cobertura durante dicho mes alcanzó el 64 por 100.

En el conjunto del año, las importaciones españolas sumaron 1.169.412 millones de pesetas, con un aumento de más del 25 por 100 sobre la cifra de un año antes, que había sido de 931.986 millones de pesetas.

Por su parte, las exportaciones españolas sumaron 583.222 millones durante 1976, con lo que se supera en un 32,2 por 100 la cifra del año anterior, que había sido de 441.095 millones de pesetas.

### SOLO TREINTA Y DOS EMPRESAS EXPORTAN MAS DE CIEN MILLONES

Sólo 32 empresas de las 100 primeras españolas, ordenadas según la cuantía de sus recursos propios en 1975, exportaron mercancías por un valor superior a los 100 millones de pesetas cada una, según la Banca Mas Sardá.

### AUMENTAN LAS EXPORTACIONES ESPAÑOLAS A ESTADOS UNIDOS

El nuevo embajador español en Estados Unidos, don Juan José Rovira, ha declarado que "el futuro económico de España depende fundamentalmente de la consecución de los objetivos políticos" del Gobierno y expresó la esperanza de que "las exportaciones españolas a los Estados

Unidos aumentarán el próximo año no sólo en calidad, sino también en volumen".

El señor Rovira declaró a varias decenas de dirigentes del mundo financiero norteamericano y español que a pesar de las dificultades políticas y económicas por las que atraviera nuestro país en estos momentos, España es y seguirá siendo un lugar atractivo para los inversores.

Entre 1959 y 1975, las compañías americanas han invertido en nuestro país 2.500 millones de dólares. De cara al futuro—concluyó el señor Rovira—, creo que las inversiones se acelerarán en cuanto España salga del período transicional, y una de las señales más positivas es el movimiento de población y de capital hacia el sur de España, la región olvidada hasta hace poco por las regiones norteñas, más ricas.

### EL PLAN BARRE, MARCHA

Los resultados antiinflacionistas del mes de diciembre—esperados con interés—han sido positivos: el índice del coste de la vida oficial señaló un 0,3 por 100, el más bajo en Francia desde hace cuatro años. El índice global, para 1976, ha quedado en 9,9 por 100.

### BAJA EL ORO

En la sexta subasta realizada por el Fondo Monetario Internacional, el precio de la onza de oro bajó de 139 dólares—en la subasta anterior— a 134,43 dólares (9.141 pesetas). En esta última subasta, el Fondo vendió 780.000 onzas, quedando para la próxima—día 2 de marzo— 525.000 onzas. Las recaudaciones obtenidas hasta la fecha suman 393 millones de dólares, que se destinan al desarrollo de los países más pobres.

### PROGRAMA, REACTIVACION

El Presidente Carter ha aprobado un programa de 31.200 millones de dólares para estimular la producción y reducir el desempleo durante los dos próximos años.

### DESARROLLO MEDITERRANEO

Sesenta representantes de trece países mediterráneos estudian en Split (Yugoslavia) un Plan de aspectos conjuntos de desarrollo, sobre temas de conservación del suelo, administración de las reservas de agua, agricultura, turismo, energía solar y sanidad.

### AUSTERIDAD. INFLACION

El Gobierno italiano ha aprobado un "paquete" de medidas urgentes para reducir el coste del trabajo, y que suponen el anuncio de un nuevo Plan de austeridad para los italianos. El proyecto impone severas penas al "trabajo negro", a fin de evitar que quien perciba el seguro de paro trabaje a la vez en otro lugar. Se eliminan 300.000 billetes gratuitos de ferrocarril y se fija la tasa de los reducidos en 30 por 100. Se impondrán también nuevas limitaciones de velocidad en carreteras y autopistas.

### CREDITO BRITANICO DE DOS MILLONES DE LIBRAS PARA ALUMINA ESPAÑOLA.

Alúmina Española, S. A. (empresa constituida por Aluminio Español, S. A.; Pechiney y Alcan) ha recibido un crédito de dos millones de libras esterlinas—unos 135 millones de pesetas—, del Lloyds Bank International, Ltd., de Londres. Este crédito está avalado por el Gobierno británico.

El crédito servirá para financiar adquisiciones de bienes de equipo y servicios británicos para la fábrica de alumina, que dicha empresa está construyendo en San Ciprián (Vivero, Lugo).

### EL BANCO DE INGLATERRA REDUCE EL TIPO DE INTERES

La tasa mínima de interés del Banco de Inglaterra fue reducida ayer en un 0,75 por 100, lo que la deja situada en el todavía alto nivel del 13,25 por 100.

Esta ha sido la quinta y más alta reducción de la tasa mínima crediticia del Banco de Inglaterra desde que fuera elevada en el pasado mes de octubre a la cota sin precedentes del 15 por 100, con el fin de contener drásticamente la expansión de la masa monetaria y fortalecer la posición de la libra esterlina.

Después de esta nueva reducción de la tasa de interés del Banco de Inglaterra, se cree que los restantes Bancos ingleses reducirán también las suyas, al menos en un 0,50 por 100, aunque de momento no han tomado medidas.

La nueva política crediticia oficial se considera relacionada con las mejores perspectivas que muestra la economía británica en las últimas semanas, al mismo tiempo que se atribuye al deseo de lograr que haya unas disponibilidades de dinero para la necesaria recuperación industrial.



El Departamento de Empleo hizo ayer también público que el coste de la vida había aumentado un 15,1 por 100 a lo largo del pasado año. En diciembre los precios subieron un 1,3 por 100.

#### LOS PRECIOS AL POR MAYOR SUBIERON UN 1,99 POR 100 EN NOVIEMBRE

En el pasado mes de noviembre el índice de precios al por mayor se incrementó en un 1,99 por 100 en relación con octubre de 1976, según datos del Instituto Nacional de Estadística.

En los once primeros meses del pasado año el incremento acumulado de los precios al por mayor fue de 12,99 por 100.

Entre los grupos generales destaca el de alimentos, bebidas y tabacos, que aumentó en el pasado mes de noviembre un 2,79 por 100 y en los once primeros meses del 76 un 11,55 por 100.

#### CREDITO DE LA C.E.E. A PORTUGAL

De 13,5 millones de dólares, concedido a través del Banco Europeo de Inversiones, y como parte de una "ayuda excepcional de urgencia", que supondrá el total de 170 millones de dólares.

#### SEGUN LA CAMARA DE COMERCIO DE MADRID EN 1977 DISMINUIRAN LAS VENTAS Y SE ATENUARA LA INFLACION

Las expectativas del nuevo año presentan un ligero empeoramiento del volumen de ventas y una cierta atenuación de la presión inflacionista, según se dedujo en el último Pleno de la Cámara de Comercio e Industria de Madrid.

Por otra parte, los datos referentes a los pasados meses de octubre y noviembre muestran un empeoramiento en el alza de los precios de compra a los proveedores y una

mejoría en el volumen de negocios en relación con el bimestre anterior.

Entre otras decisiones, la Cámara decidió impugnar la modificación de la ordenación reguladora de la exención del arbitrio de radicación y la nueva tarifa general por los servicios de alcantarillado. Asimismo, se reiteraron las peticiones sobre la escala de índices correctores, en función de la licencia fiscal satisfecha por el contribuyente y el cómputo de las distintas cuotas al Tesoro de licencias fiscales satisfechas por diversos establecimientos pertenecientes a un mismo contribuyente.

#### VILLAR MIR, ACADEMICO DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONOMICAS Y FINANCIERAS DE MADRID

"Sólo un aumento sustancial de la inversión, con incremento del ahorro y la moderación en el consumo nos sacarán de la actual crisis", ha dicho don Juan Miguel Villar Mir, ex ministro de Hacienda, en el acto de toma de posesión como miembro electo de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras correspondiente a Madrid.

El señor Villar Mir trató sobre el tema "Consideraciones sobre la capacidad económica y financiera de España" y señaló, entre otras cosas, que en el hipotético caso de una encuesta nacional entre los españoles mayores de dieciocho años, sería lógico pensar que las prioridades nacionales quedarían fijadas en tres campos: la salud y la educación; el pleno empleo y el bienestar material y la justicia; la libertad y el orden.

"Si de la noche a la mañana se crearan puestos de trabajo para los tres millones de personas con que se ha incrementado la población activa en nuestro país, la producción nacional aumentaría un 25 por 100", afirmó el señor Villar Mir, quien señaló que un incremento del producto nacional bruto del 6 por 100 anual exigiría que la inversión fuera del 25 por 100 del producto interior bruto en vez del 20 actual. La inversión tendría que constituir el 30 por 100 del producto interior bruto para absorber el desempleo.

Como conclusión, el señor Villar Mir recomendó que para conseguir que España se convierta en "la California de Europa" es preciso mayor trabajo y mayor inversión.

## Información legislativa

### PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
276	22854	17-XI-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Madrid.
276	22854	17-XI-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de permiso de exploración que se cita, en la provincia de Salamanca.
276	22854	17-XI-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Huelva.
279	23237	20-XI-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración que se cita, en la provincia de Salamanca.
279	22137	20-XI-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de las concesiones de exploración minera que se citan, Delegación Provincial de Córdoba.
286	23768	29-XI-76	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Madrid.
8	488	10-I-77	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan de la Delegación Provincial de León.
10	671	12-I-77	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Córdoba.
12	867	14-I-77	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Cuenca.
<b>HIDROCARBUROS</b>				
275	22757	16-XI-76	Ind.	ORDEN por la que se declara extinguido el permiso de investigación de hidrocarburos "Amposta B", por caducidad al vencimiento de su plazo.
276	22849	17-XI-76	Ind.	ORDEN por la que se declaran extinguidos seis permisos de investigación de hidrocarburos por renuncia de la titular.
285	23681	27-XI-76	Ind.	REAL DECRETO por el que se encomienda al INI la investigación de la "Demanda Bóveda".
290	24153	3-XII-76	Ind.	ORDEN por la que se concede la prórroga de regularización por dos años del permiso de investigación de hidrocarburos denominado "Vinaroz".
293	24418	7-XII-76	Ind.	CORRECCION de errores del Real Decreto 2.362/1976, de 30 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley sobre Investigación y Explotación de Hidrocarburos de 27 de junio de 1974.
305	25395	21-XII-76	Ind.	ORDEN por la que se aprueban tres contratos de cesión en los permisos "Casablanca", "San Carlos", "Alcázar", "Alfaques" y "Peñíscola".



"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
307	25581	23-XII-76	Ind.	ORDEN por la que se aprueban el contrato entre "Philips", "Getty", "Unión Texas" y "B.P." por el que las tres primeras ceden a "B.P. Petroleum" un 25 por 100 de participación en el permiso "Mar Cantábrico H".
8	487	10-I-77	Ind.	REAL DECRETO de resolución de expediente de solicitud de un permiso de investigación de hidrocarburos, presentado por "Global Energy España".
11	759	13-L-77	Ind.	ORDEN por la que se aprueba el contrato de cesión entre "Georex", "Total", "B. P." y "Coparex" por el que la primera cede a las demás un 9 por 100 de participación, respectivamente, en los permisos "Garraf" y "Barcelona Marina B".
13	1057	15-I-77	Ind.	ORDEN por la que se declaran extinguidos cuatro permisos de investigación de hidrocarburos por renuncia de sus titulares.
13	1057	15-I-77	Ind.	ORDEN por la que se aprueba el contrato entre "Conspain", "Amoco" y el INI por el que "Conspain" cede a "Amoco" un 25 por 100, permitiéndole un derecho de opción de hasta un 40 por 100 de participación en los permisos "Marina del Turia E, F, G y H".
13	1058	15-I-77	Ind.	ORDEN por la que se aprueba el contrato entre "Getty", "Philips" y "B. P.", por el que las dos primeras ceden a "B. P." un 33,33 por 100 de participación en el permiso "Grumete-C".
13	1058	15-I-77	Ind.	ORDEN por la que se aprueban los contratos de 1 de agosto de 1975 entre ARCO y el INI en los permisos de investigación de hidrocarburos "Arco de Valencia 1, 2, 3 y 4" y "Tarragona A, B y C".
<b>RESERVAS</b>				
283	23478	25-XI-76	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para exploración e investigación de yacimientos de carbón, caolín, mercurio y fluor en un área de la provincia de Oviedo.
290	14155	4-XII-76	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales de hierro en la zona denominada "Hierros de Vizcaya", comprendida en las provincias de Alava, Santander y Vizcaya.
9	578	11-I-77	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional para exploración e investigación de yacimientos minerales de cobre, cinc, plomo, cromo, níquel, cobalto, tierras raras y recursos geotérmicos, en un área de la provincia de Las Palmas.
9	578	11-I-77	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional para exploración e investigación de recursos geotérmicos en un área de la isla de Tenerife, de la provincia de Santa Cruz de Tenerife.
9	578	11-I-77	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional para exploración e investigación de recursos geotérmicos en un área de la isla de Lanzarote, de la provincia de Las Palmas.
9	579	11-I-77	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional para exploración e investigación de recursos geotérmicos en un área de la isla de La Palma, de la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
<b>VARIOS</b>				
291	24290	4-XII-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a "Agua Viva, S. A.", un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera de San Clemente, en término municipal de Viladecans (Barcelona), con destino a abastecimiento.
291	24291	4-XII-76	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Juan Masachs Figuera y otros un aprovechamiento de aguas subálveas del río Llobregat, en término municipal de Esparraguera (Barcelona), con destino a abastecimiento.
294	24524	8-XII-76	O. P.	RESOLUCION por la que se autoriza un aprovechamiento de aguas públicas subálveas del torrente Valljuiga, en término municipal de Riells y Viabrea (Gerona), para riegos, a favor de don Juan y doña Carmen Font Casas.
307	25577	23-XII-76	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a don Joaquín Mundet Oller, de un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera de La Esparra, en término municipal de Riudarenes (Gerona), con destino a riegos.
307	25578	23-XII-76	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a don Antonio Romero Sánchez y otra de un aprovechamiento de aguas subálveas del torrente d'en Miquelo, en término municipal de San Ginés de Vilasar (Barcelona), con destino a riegos.
311	25793	28-XII-76	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la autorización otorgada a don Salvador Currius Costa para captar aguas subálveas en terrenos de dominio público del torrente Gatzola, en término municipal de San Mori (Gerona), con destino a riegos de pie.
313	25946	30-XII-76	M. I.	CONSEJO ESPAÑOL DEL ACERO.—Real Decreto por el que se constituye el Consejo Español del Acero.
7	364	8-I-77	J. E.	LEY de Fomento de la Minería.
7	373	8-I-77	J. E.	LEY sobre mar territorial.
10	654	12-I-77	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Isidro Molner Segarra y doña Celedonia Badía Grau un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera Aiguadora, en término municipal de Montmayor (Barcelona), con destino a riegos.
21	1723	25-I-77	HAC	<i>Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Minas al servicio de la Hacienda Pública. Reglamento.</i> —REAL DECRETO sobre cambio de denominación del Cuerpo de Ensayadores Facultativos de Minas al servicio de la Hacienda Pública por el de Ingenieros Técnicos de Minal al servicio de la Hacienda Pública, y aprobación del Reglamento Orgánico de este último Cuerpo.
22	1818	26-I-77	P. <sup>a</sup> G. <sup>o</sup>	<i>Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica. Reglamento.</i> —ORDEN por la que se desarrolla el Real Decreto 2.652/1-170, de 30 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de la Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica.





## Notas bibliográficas

### CRISTALOGRAFIA

DE LA FUENTE CULLEL, C.; MONTORIOL POUS, J., y FONT ALTABA, M.: *Estudio de unos cristales escalenoédricos de calcita procedentes de la Plana de Vic (Barcelona)*. "Acta Geológica Hispánica", t. XI, n. 4, pp. 89-92 (1976).

Estudian las relaciones entre el hábito escalenoédrico de unos cristales de calcita procedentes de la Plana de Vic (Barcelona) y la presencia en los mismos de Mn procedente de la roca sustrato.—L.

RODRÍGUEZ, C.: *Sobre la dependencia del hábito cristallino respecto de la hidrodinámica del medio en que crece el cristal, referido al caso del NaCl*. "Acta Geológica Hispánica", t. XI, n. 4, pp. 93-95 (1976).

Describe un modelo explicativo de la modificación de hábito de los cristales de NaCl, por acción de la hidrodinámica de la solución madre, basado en los diferentes mecanismos de aporte sobre caras homólogas.—L.

### MINERALOGIA

CAMPA-VIÑETA, J. A.; ALVAREZ-PÉREZ, A., y MONTORIOL-POUS, J.: *Sobre la presencia de una fusión local de sulfuros en mina "Solitaria" (Vall d'Arán, Lérida)*. "Acta Geológica Hispánica", t. XI (1976), n. 3, pp. 79-83 (1976).

El estudio de la textura de los minerales, así como el de las relaciones mineral-roca, ponen de manifiesto la existencia de una fusión en los sulfuros de mina "Solitaria". El proceso tuvo lugar gracias al aporte de calor durante una fase de intensa milonización.—L.

NOGUÉS CARULLA, J. M.; VENDRELL SANZ, M., y FONT ALTABA, M.: *Medida de reflectancias en inmersión de aceite mediante el método directo y cálculo de  $n$  y  $k$  de 400 a 1.100 nm*. "Acta Geológica Hispánica", t. XI, n. 4, pp. 96-100 (1976).

Han centrado el problema en las mediciones en aceite en el método directa para calcular  $n$  y  $k$ . Para ello colocan una gota de aceite mantenida en contacto con la muestra mediante un cubreobjetos. Este provoca una re-

flectancia adicional (efecto glare) que es necesario corregir. Plantean el desarrollo matemático para esta corrección y realizan las comprobaciones con un sistema patrón.—L.

MATA PERELLÓ, J. M., y MONTORIOL POUS, J.: *Nota referente a la bibliografía sobre las sales haloides de Cataluña*. "Acta Geológica Hispánica", t. XI, n. 4, pp. 101-112 (1976).

Presentan una recopilación bibliográfica sobre las sales haloides de Cataluña. Consta de tres listas ordenadas, respectivamente, por autores, especies minerales y localidades. Entrando por cualquiera de las tres se encuentra la correspondiente referencia numérica a las otras dos, de tal manera que puede hallarse fácilmente cualquier dato.—L.

### PETROLOGIA

SAAVEDRA ALONSO, J., y GARCÍA SÁNCHEZ, A.: *Geología del granito de Albalá (Extremadura Central, España)*. "Tecniterrae", n. 14, pp. 10, 23, octubre-noviembre 1976.

Con base en los datos proporcionados por un desmuestre de detalle del batolito de Albalá y con ayuda de las informaciones de otros granitos próximos, muy semejantes, han establecido un esquema genético. Consideraciones físicas (viscosidad), mineralógicas, geoquímicas y geológicas en general, muestran que sobre un zócalo afectado al menos por las fases hercínicas principales (tectónicas y metamórficas) actuó un magma básico de origen profundo, produciendo una removilización e hibridación por mezcla de una pequeña cantidad del mismo con material granítico. La intrusión se produjo en un área parcialmente cratonizada a finales del hercínico. Las intrusiones múltiples, típicas de regiones cratónicas, explican la zonación batolítica, formada por magmas más o menos híbridos. Restos de estos procesos son la cordierita y los silicatos aluminicos puros.—L.

ALVAREZ PÉREZ, A.; CAMPA VIÑETA, J. A., y MONTORIOL POUS, J.: *Identificación de diversas fases de metamorfismo regional en las mineralizaciones de Bossost (Vall d'Arán, Lérida)*. "Acta Geológica Hispánica", t. XI, número 3, pp. 84-88 (1976).

El metamorfismo desarrollado en el Pirineo central afecta conjuntamente a los estratos y a las mineralizacio-

nes en ellos englobadas. Realizan un estudio comparativo entre las estructuras metamórficas desarrolladas en la roca y la sucesión de fases metamórficas en las masas mineralizadas.—L.

FERNÁNDEZ SANTÍN, S.: *Sobre un enclave hipocristalina en las series basálticas antiguas de la isla de La Palma (Gran Canaria)*. Instituto "Lucas Mallada", Consejo Superior Investigaciones Científicas (España), "Estudios Geológicos", vol. XXXI, pp. 479-485, diciembre 1975.

Describe un enclave hipocristalino, en lavas basálticas, formado por cristales de olivino, plagioclasa, augita y opacos en un vidrio de color castaño que ocupa posiciones intersticiales. Tanto el vidrio como cada uno de los minerales constituyentes son estudiados óptica y químicamente. Los caracteres textuales indican que la cristalización de los minerales fue muy rápida y que en un determinado momento se interrumpió bruscamente, por lo que el residuo líquido se solidificó como vidrio.

La variación de quimismo entre el enclave y su fracción vítrea es un reflejo de las pautas de diferenciación existentes en las series alcalinas de las Islas Canarias.

HERNÁNDEZ PACHECO, A.: *Los diques-brecha duniticos de fluidización de La Caldera de Taburiente, La Palma (Gran Canaria)*. Instituto "Lucas Mallada", C. S. I. C. (España). "Estudios Geológicos", vol. XXXI, pp. 465-478, diciembre 1975.

En el fondo de la Caldera de Taburiente, formando parte de los enjambres y mallas filonianas del Complejo Basal de la isla, aparecen una serie de dique caracterizado por contener una gran cantidad de cantos de peridotita, lo que les da una estructura brechoide. Dichos cantos xenolíticos nunca representan menos del 50 por 100 de la masa total del dique, llegando, a veces, a representar hasta el 90 por 100 de la misma.

La matriz de estos diques-brecha es de composición basáltica, pero de textura muy variable, desde basáltica propiamente dicha hasta gabroide. Los cantos son de dunita desprovista totalmente de piroxeno, excepto en un único afloramiento en el que aparecen también, aunque subordinados, cantos de wehrlita.

Los caracteres de estos diques-brecha indican su origen por penetración, brechificación y arrastre de materiales duniticos del sustrato del Complejo Basal.

En ese proceso han tenido lugar fenómenos de fluidización debidos a la intrusión de un magma basáltico olivínico enriquecido en fases gaseosas. Los caracteres mineralógicos del cemento de estos diques-brechas han sido modificados por posteriores transformaciones metasomáticas, en parte debidas a estos mismos fluidos.—L.



SAGREDO, J.: *Enclaves basálticos con hiperstena en los basaltos del NW de Cartagena (provincia de Murcia)*. "Estudios Geológicos", 32, 221-227 (1976).

Entre las numerosas inclusiones recogidas en los afloramientos basálticos del NW de Cartagena ha encontrado unas con aspecto gabroide, que por sus paragénesis formadas por plagioclasa + ortopiroxeno ± cordierita ± cuarzo, así como por sus características textuales, mineralógicas y químicas fueron atribuidas a rocas que han sufrido un metamorfismo correspondiente a la facies de las granulitas.—L.

### VOLCANISMO

FÚSTER, J. M.: *Las Islas Canarias: un ejemplo de evolución espacial y temporal del vulcanismo oceánico*. Instituto "Lucas Mallada", C. S. I. C. (España). "Estudios Geológicos", vol. XXXI, pp. 439-463, diciembre 1975.

Tomando como base 976 análisis químicos recientes de rocas volcánicas subaéreas de las Islas Canarias, realizados en el Departamento de Petrología y Geoquímica de Madrid, se efectúa un estudio estadístico de la variabilidad espacial y temporal del vulcanismo de este archipiélago para un período que corresponde aproximadamente a los últimos veinte millones de años. El tratamiento estadístico se basa en el cálculo de las curvas de regresión de segundo grado en diagramas de variación sílice-álcalis, FMA y valores de Zavaritskii. Ha agrupado por separado los datos de cada isla y los de cada uno de los ciclos de actividad magmática sucedidos en las islas individuales. Para cada curva de regresión, además del coeficiente de correlación, ha determinado un área de confianza (al 95 por 100, calculando la desviación tipo de estimación donde deben quedar el 68 por 100 de los análisis individuales. El número de análisis de una isla o ciclo volcánico dentro de una isla que quedan dentro de la banda de confianza ( $\pm \sigma$ ) de otra isla (o de otro ciclo volcánico) con el cual se establece la comparación, es función inversa del grado de semejanza entre los conjuntos comparados, sirviendo para establecer el grado relativo de analogía entre una isla y todas las demás o entre un ciclo volcánico y los ciclos volcánicos de otra edad dentro de una misma isla. Del análisis realizado llega a las conclusiones siguientes:

1) Existe un grupo central de islas (Gran Canaria, Tenerife, La Palma) con rocas volcánicas de alcalinidad elevada que se agrupan en series de variación donde existe un aumento muy rápido de la alcalinidad serial hacia los diferenciados más sálicos; estos diferenciados están muy diversificados y son cuantitativamente importantes. En este grupo central de islas no está bien definido el "Daly gap" entre las rocas basálticas y los asociados sálicos (frecuentemente fonolitas). Por el contrario, tanto el grupo de islas situadas hacia el SW, es decir, hacia el Atlántico



(Gomera y Hierro) como el situado hacia el NW, más cerca del continente africano (Lanzarote, Fuerteventura) son menos alcalinas que el grupo central. En ambos grupos de islas existe además un aumento de alcalinidad más lento, dentro de cada serie y hay menos proporción y diversificación de las rocas sálicas asociadas, mucho menos importantes desde el punto de vista volumétrico. En estas islas es frecuente encontrar un "Daly gap" entre las rocas basálticas y los asociados sálicos (frecuentemente traquitas).

2) Aparte de existir grandes semejanzas entre las islas de mismo grupo, ha encontrado profundas analogías entre el grupo de islas más cercanas al continente africano y el grupo de las situadas más dentro del Atlántico, existiendo una simetría central que invalida la idea de que el quimismo de los productos volcánicos de este archipiélago esté condicionado por la menor o mayor proximidad al continente africano o al rift central del Atlántico.

3) En todas las islas, independientemente de su posición en el archipiélago, los ciclos de actividad volcánica, que se vienen sucediendo en muchos casos desde el Mioceno, son progresivamente más alcalinos a medida que son más modernos. Solamente se exceptúan de esta regla las islas de Fuerteventura y Lanzarote, donde las erupciones de edad cuaternaria tienen tendencias toleíticas.

Las relaciones  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  de las diferentes islas o series establecidas dentro de cada isla son erráticas, no pudiendo establecerse conclusiones de carácter regional sobre la composición de los magmas en función de la posición más o menos cercana al continente africano.

Los caracteres geoquímicos del archipiélago canario no pueden ser encajados fácilmente en esquemas simples de variación geodinámica de magmas oceánicos. El autor plantea como idea tentativa una evolución magmática condicionada inicialmente por un "rift" marginal del Atlántico, que dejó ser activo durante el Mioceno, modificada posteriormente por un sistema de fracturación transversal. En cualquier caso, el quimismo de los materiales volcánicos de todas las Islas Canarias corresponde al de basaltos típicamente oceánicos y no existen, desde el punto de vista geoquímico, ni tampoco desde el punto de vista geológico, datos que apoyen la idea tantas veces repetida de que las Islas Canarias del E sean fragmentos de carácter continental destacados del continente africano.—L

## ESTRATIGRAFIA

CERVERA, A.; PARDO, G., y VILLENA, J.: *Algunas precisiones litoestratigráficas sobre la formación "lignitos de escucha"*. "Tecniterrae", IV, 16, pp. 25 a 33 (1975).

Estudian la sucesión de materiales que constituyen la "formación de escucha" en su área tipo, situando y caracterizando el límite superior de dicha formación. Con el

apoyo de datos granulométricos y mineralógicos redefinen la "formación escucha" y proponen su división en miembros.—L. S.

## PALEONTOLOGIA

CASANOVAS CLADELLAS, M.<sup>a</sup> L., y CALZADA BADDIA, S.: *Un fragmento de Teleosáurido en el Dogger de Obón (Teruel)*. "Acta Geológica Hispánica", t. XI, n. 3, pp. 71-72 (1976).

Dan a conocer por primera vez la presencia en España de un Teleosáurido, hallado en la región de Obón (Teruel), correspondiente al Jurásico medio.—L.

RAMOS, A.; DOUBINGER, J., y VIRGILI, C.: *El Pérmico inferior de Rillo de Gallo (Guadalajara)*. "Acta Geológica Hispánica", t. XI, n. 3, pp. 65-70 (1976).

Según los autores, se atribuyen por primera vez al Autuniense, basándose en la presencia de una asociación de polen y esporas, los materiales denominados por Sacher (1966); Capas de la Ermita, de supuesta edad Stephanense. Están localizados en el camino de Rillo de Gallo a Pardos, en el NE de la provincia de Guadalajara.—L.

CRUSAFONT, M., y GIBERT, J.: *Los primeros Multituberculados de España. Nota preliminar*. "Acta Geológica Hispánica", t. XI, n. 3, pp. 57-64 (1976).

Dan a conocer los primeros restos de Multituberculados de España, tratándose la tercercita de mamíferos secundarios de nuestro país, pero la primera vez que se citan animales de la subclase Allotheria. Damos a conocer restos atribuibles a Plagiaulax, Paulchoffatia, Kuehneodon y Bolodon. La mayoría con reservas, dado que se trata de piezas aisladas.—L.

SIGÉ, B.: *Insectivores primitifs de l'Eocène supérieur et Obligocène inférieur d'Europe occidentale. Nyctithériidé*. Mem. du Mus. Ntu. d'Hist. Neutr., t. XXXIV, 138 pp., Paeis (1976).

Entre los temas oscuros de la paleontología de los vertebrados figura, como principal, el conjunto de los problemas planteados con la evolución y clasificación filogenética de los insectívoros placentarios.

Este grupo ha jugado, en la clasificación de los mamíferos, el papel ingrato, pero indispensable, al cual estaban asignados una gran variedad de formas actuales y fósiles.

Los caracteres comunes de los insectívoros radican en la conservación, más o menos neta, de caracteres primi-

tivos, principalmente el aparato masticador y el esqueleto, sus reducidas dimensiones y el modo de vida, adaptado generalmente a la actividad nocturna y a la predación de animales pequeños.

El problema de su clasificación se hizo más complejo por la integración en el grupo de numerosas formas originales, exclusivamente fósiles, y bastante mal documentadas porque sus afinidades precisas permanecen indiscernibles o, en todo caso, discutibles. Con los representantes más antiguos del Mesozoico superior y del Paleoceno se encuentran fósiles que pueden ser a la vez insectívoros y presuntos ascentrales de otros órdenes grandes de mamíferos.

Comienza el trabajo con un cuadro estratigráfico, seguido del estudio estratigráfico, en éste se consideran: 1) los nictiterinos, y en ellos, los saturninia; después de su estudio establece para cada uno su posición familiar y subordinada, así como la extensión cronológica del género S; 2) los amphidozotherinos, de los que considera varios subórdenes.

Establece las oportunas conclusiones: Lista fáunica; líneas de evolución; tendencia evolutiva; posición sistemática, diversidad y estructura de grupos; relaciones entre los nictiterinos y soricomorfos; variación en la morfología dentaria de los erinaceomorfos; diversidad de nictiteros en los yacimientos. Sigue en la obra la información bibliográfica y un catálogo y varios estados de medidas.—L. DE A.

PRAT, F., y THIBAUT, Cl.: *Le gisement de Nauterie à la Romieu (GERS) fouilles de 1967 a 1973. Nauterie 1*. Mem. du Mus. Nat. d'Hist. Natur., XXXV, París, 90 páginas y 7 láminas (1976).

El yacimiento pleistoceno de nauteria, en La Romieu (Gers), es un relleno del karst, ahuecado en la caliza lacustre del Burdigaliense medio, del cual algunos aspectos son visibles desde la superficie de la meseta.

Esta comunicación es una primera nota breve, resumen de las cuatro primeras campañas. Anuncian la presentación de un estudio más completo de los resultados de siete años de investigaciones (1967-1973).

Efectúan una exposición sobre la estratigrafía general. Consideran el levantamiento estratigráfico en sus aspectos sedimentarios de los diversos años de 1967 a 1973, así como una recapitulación de los acontecimientos dinámicos y climáticos. Continúa un estudio paleontológico.

Completan la obra un índice arqueológico y unas conclusiones generales, donde destacan los autores el resultado positivo de los descubrimientos, los cuales les inducen a pensar que otras observaciones y un enriquecimiento de su documentación les suministraría elementos susceptibles para conocer mejor el medio en el cual vivieron, los hombres pertenecientes a las poblaciones más antiguas conocidas en el S-O de Francia.

Con una bibliografía amplia y siete interesantes láminas finaliza el trabajo publicado.—L. DE A.

## PALEOGEOGRAFIA

ESTEBAN, M., y ROBLES OROZCO, S.: *Sobre la paleogeografía del Cretácico Inferior de los Catalánides entre Barcelona y Tortosa*. "Acta Geológica Hispánica", t. XI, n. 3, pp. 73-78 (1976).

El Cretácico Inferior de los Catalánides del Maestrazgo Nordoriental se presenta en algunos sectores con series bien desarrolladas (300 a 800 metros o más), mientras que en otros adyacentes las series están muy reducidas (menos de 15 metros) o incluso no existe el Cretácico Inferior.

Entre ambos tipos extremos se pueden reconocer sucesivos casos intermedios. La localización de estos diferentes tipos de serie aparece controlada por los grandes sistemas de fracturas de los Catalánides. Plantean concretamente el problema paleogeográfico de la comunicación de la zona de Garraf-Montmell con la de Vondellós, presentando dos hipótesis de trabajo.—L.

## ANALISIS MINERAL

HIRQ, B.: *Determination de traces d'elements en Spectrophotometrie d'Absorption atomique. Etude du nuage atomique et du generateur d'atomes*. Commissariat à l'Energie Atomique, France, CEA, R. 4734, 117 pp. (1976).

El trabajo comentado es una tesis para el grado de doctor en Ciencias de la Universidad de París.

Después de la descripción de una célula de absorción, estudia los parámetros principales: caudal de argón en la célula, temperatura de atomización, geometría de la célula, etc. Aplica la técnica a la valoración de impurezas en el uranio, después de su deposición en un filamento de carbón. Estudia según los ejes paralelos al filamento y en función de los diversos parámetros experimentales la distribución de la concentración atómica y la dimensión de la nube generada por un filamento de grafito. La determinación de la velocidad de elevación de la nube permite el cálculo de la concentración atómica absoluta, lo que permite evaluar ciertas dimensiones físicas, como: fuerza del oscilador, ensanchamiento Lorentz, coeficiente de difusión, etc. Determina, con la ayuda de una microsonda iónica, la dimensión y la profundidad de penetración del depósito, y con una microsonda Castaing, su distribución. Con técnica de rayo X, estudia las transformaciones químicas sufridas por la matriz de uranio en el curso de los ciclos térmicos.—L. DE A.



# NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

## Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo y en él será marcado la fecha de recepción y prioridad.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.

Todos los trabajos en lengua castellana irán precedidos de un breve resumen en español e inglés o francés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

En todo momento los autores conservarán una copia del texto original.

## Bibliografía.

Se incluirá al final de cada trabajo la relación de las obras consultadas por orden alfabético de autores, empleándose las normas y abreviaturas usuales.

En casos excepcionales se podrá citar alguna obra no consultada.

## Parte gráfica.

Los originales de figuras, cuadros y fotografías se entregarán aislados, indicándose en ellos el título del trabajo, nombre del autor y número de

la ilustración. La parte gráfica vendrá preparada para ser reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna) y 170 mm. (doble columna). Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. En las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica, con objeto de evitar errores en caso de reducir el original. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

## Pruebas.

Serán enviadas a los autores para que realicen las correcciones de erratas de imprenta producidas en la composición, no admitiéndose modificaciones ni adiciones al texto original.

Las pruebas serán devueltas por el autor en el plazo máximo de quince días, pasados los cuales la Redacción decidirá entre retrasar el trabajo o realizar ella misma la corrección, declinando la responsabilidad por los errores que pudieran persistir.

Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

## Tiradas aparte.

Se asignan 25 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá hacerlo constar por escrito en el original o en las pruebas y abonar el precio de este excedente.

La Redacción del BOLETÍN introducirá cuantas modificaciones sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad del mismo. De estas modificaciones se informará al autor.

Toda la correspondencia referente a las publicaciones deberá dirigirse a:

Leopoldo Aparicio. Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. Madrid 3

# IBERICA DE SONDEOS, S. A.

Al servicio de la Perforación desde 1954

Le resuelve cualquier  
problema de perforación.

## SONDEOS:

**PARA MINERIA.  
PARA ALUMBRAMIENTO DE AGUA.  
ESTRATIGRAFICOS.  
PARA EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.  
ESPECIALES.**

- Personal altamente experimentado.
- Profundidades hasta 2.000 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- Rotopercusión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.
- Filtros adecuados a cada sondeo.
- Sondeos de investigación de 0° a 360°.
- Perforación con aire comprimido.
- Técnicas especiales, etc., etc.

LOPEL DE MADRID, S. A.

TELEF. 201 00 07

MADRID-6

DELEGACION EN:

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA





## 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<sup>ª</sup> dcha.

Teléf. 458 75 58  
Madrid 16



21 MAR. 1977



# Ibergesa

**Ibérica de Especialidades Geotécnicas, SA**