

En este número:

- La correlación estratigráfica entre los Mantos de Lújar y del Zuherio definidos al S y N de Sierra Nevada (Alpujárrides, Cordilleras Béticas).
- El Manto de Murtas al Sur de Sierra Nevada (Alpujárrides, Cordilleras Béticas).
- Consideraciones tectónicas sobre las fases tardías en Galicia Oriental.
- Consideraciones tectónicas y cinemáticas en Galicia Oriental.
- Características del campo filoniano de Calabor (Zamora, España).
- Características hidrogeológicas de la cuenca del río Záncara en los alrededores de Alberca de Záncara (Cuenca).
- La historia petrológica del Complejo Ultramáfico de Ronda.

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. XC, Segundo Fascículo. Marzo - Abril 1979

# boletín geológico y minero

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





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



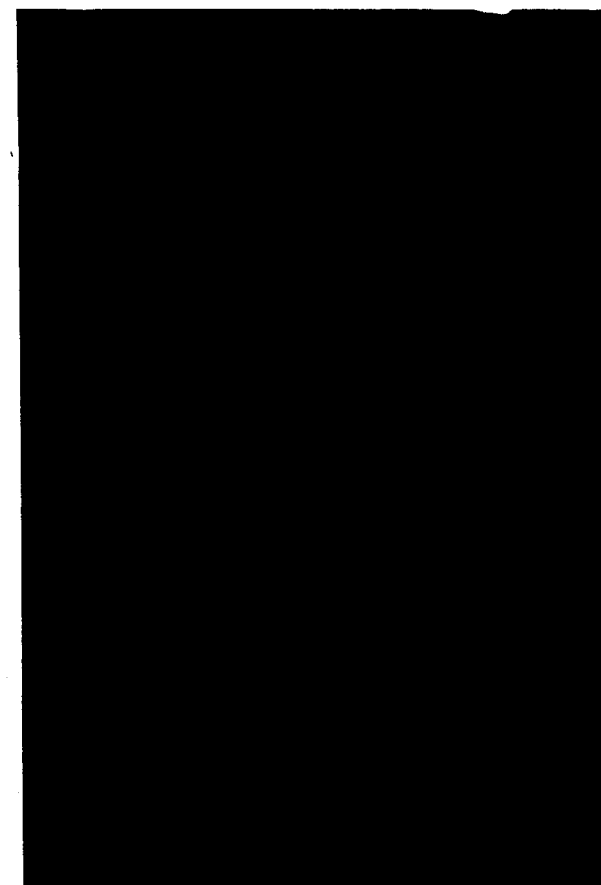
**geológicos  
minerales  
hidrogeológicos  
geotérmicos  
geotécnicos**

**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**

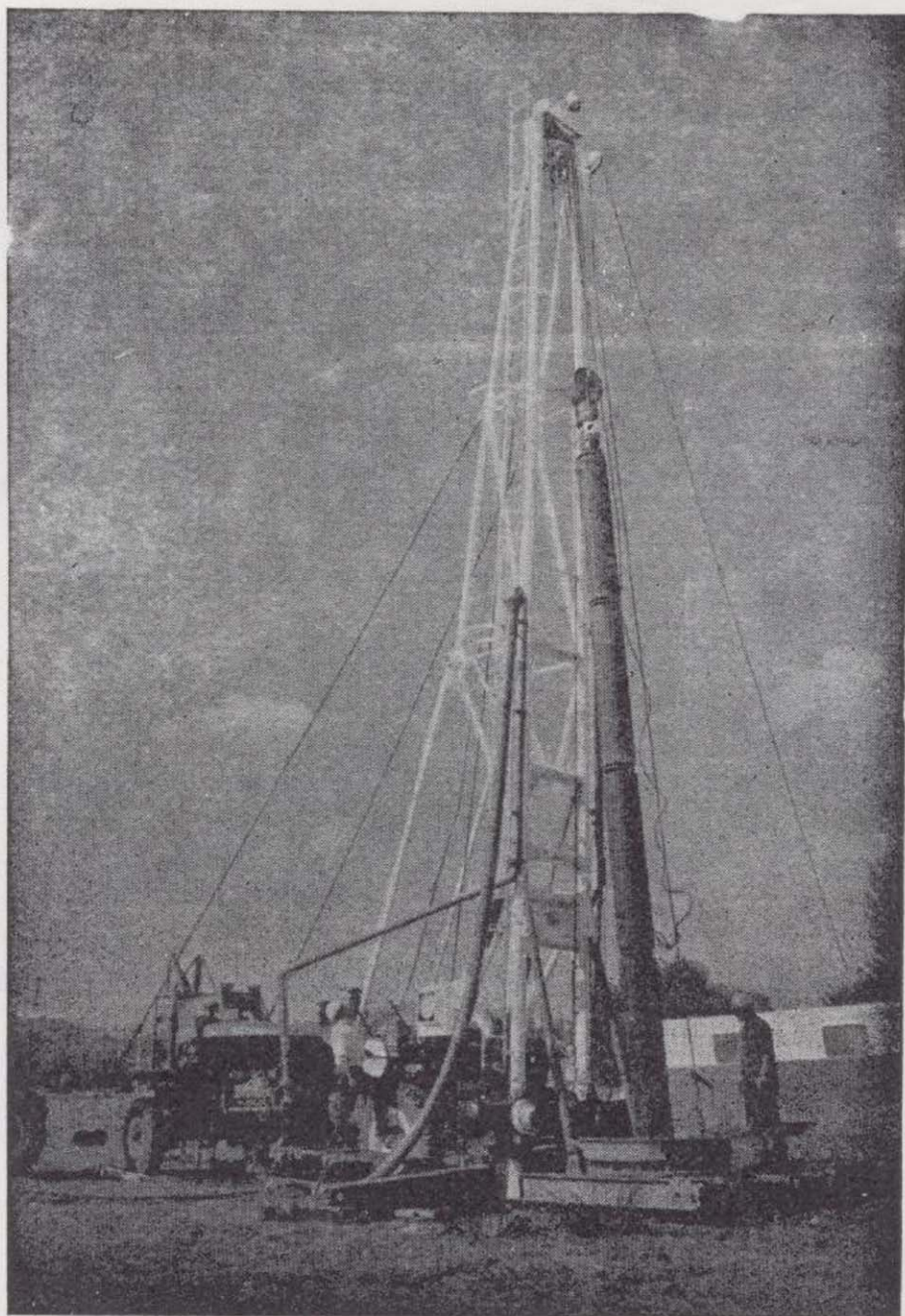
**MADRID - 16**

### **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**

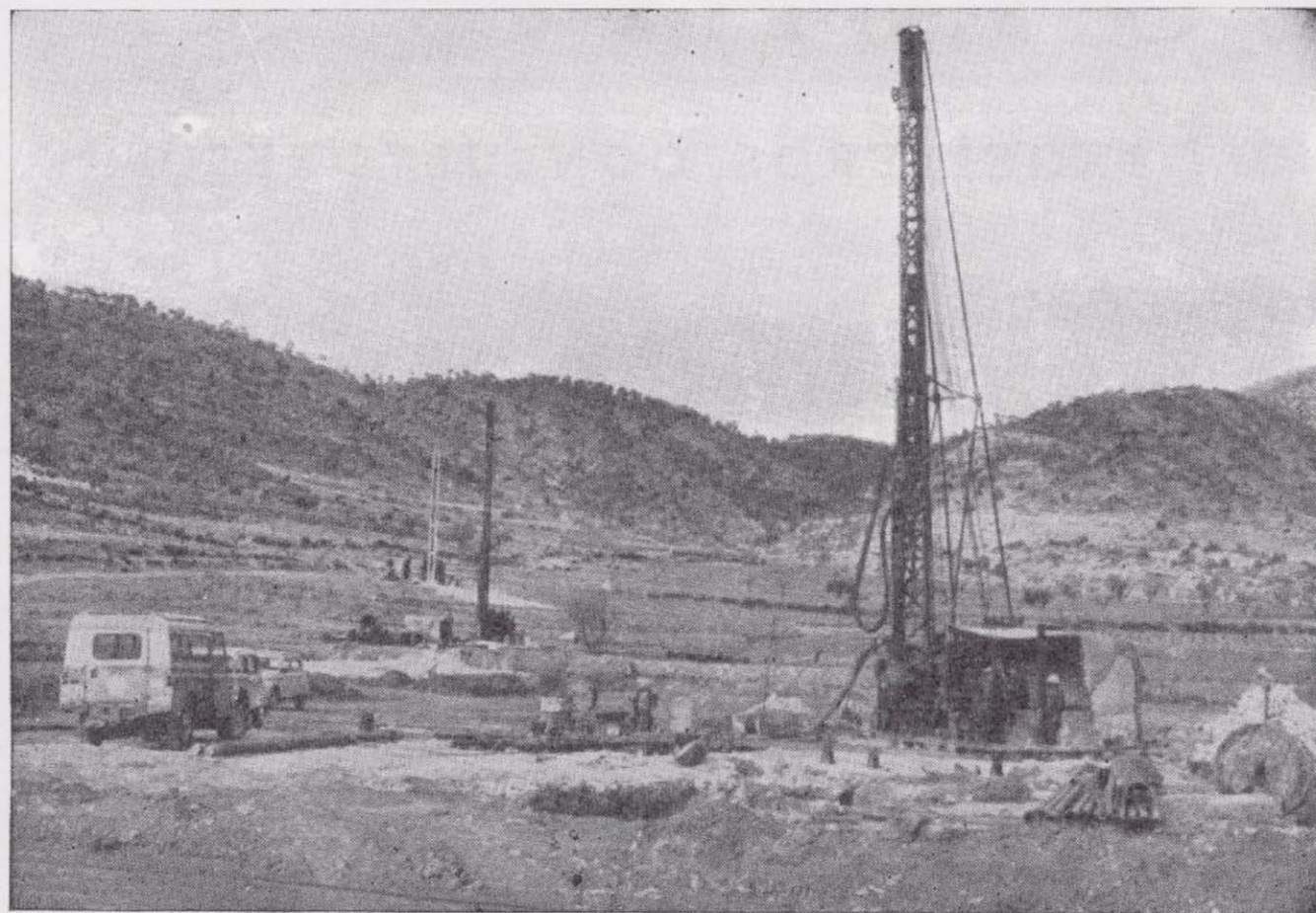
## **SONDEOS DE RECONOCIMIENTO**

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.

# 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**

★ ★ ★

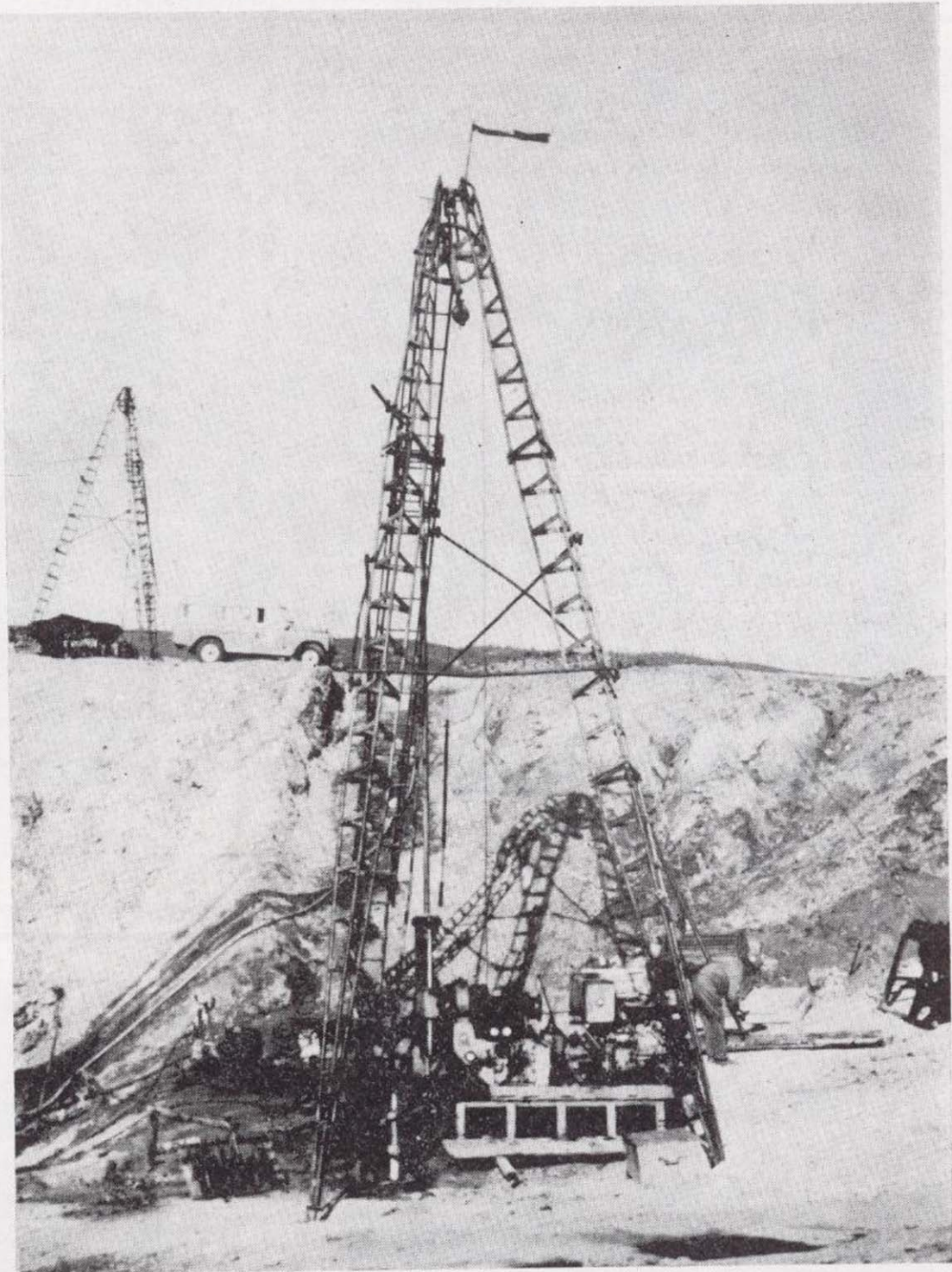
**ERNESTO RODES MARTI**

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

**VILLENA (Alicante)**

# TERRATEST

equipos  
adecuados  
a  
cada  
problema  
manejados  
por  
expertos



## SONDEOS DE EXPLORACION MINERA Y GEOLOGICA

- Recuperación continua de testigo con métodos wire-line o convencional. Sistemas especiales para rocas poco consistentes. Perforación con tricono o martillo de fondo y recuperación de detritus.
- Estudios y control de perforación de sondeo. Mediciones de inclinación y desviación y orientación de testigos.
- Sondeos geotécnicos para la industria de la Construcción.



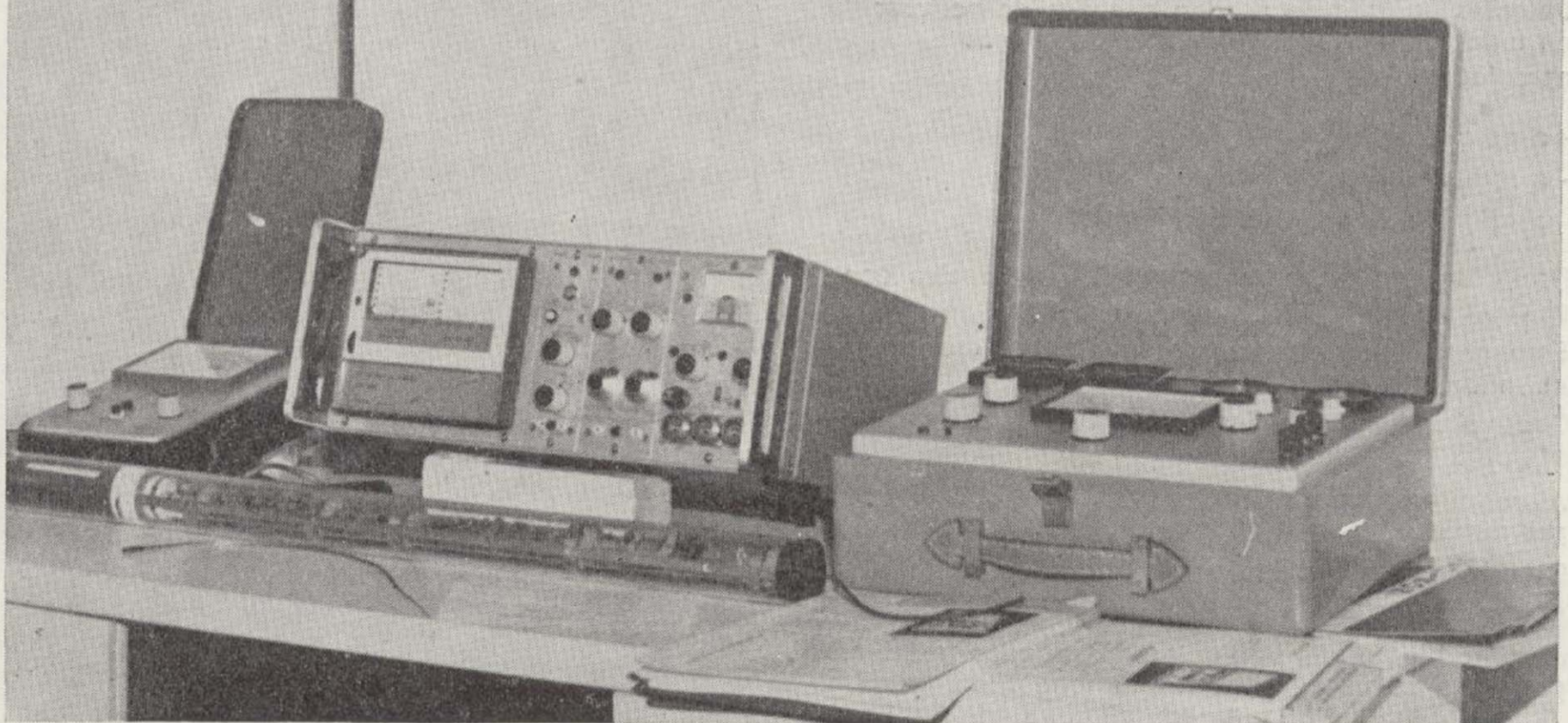
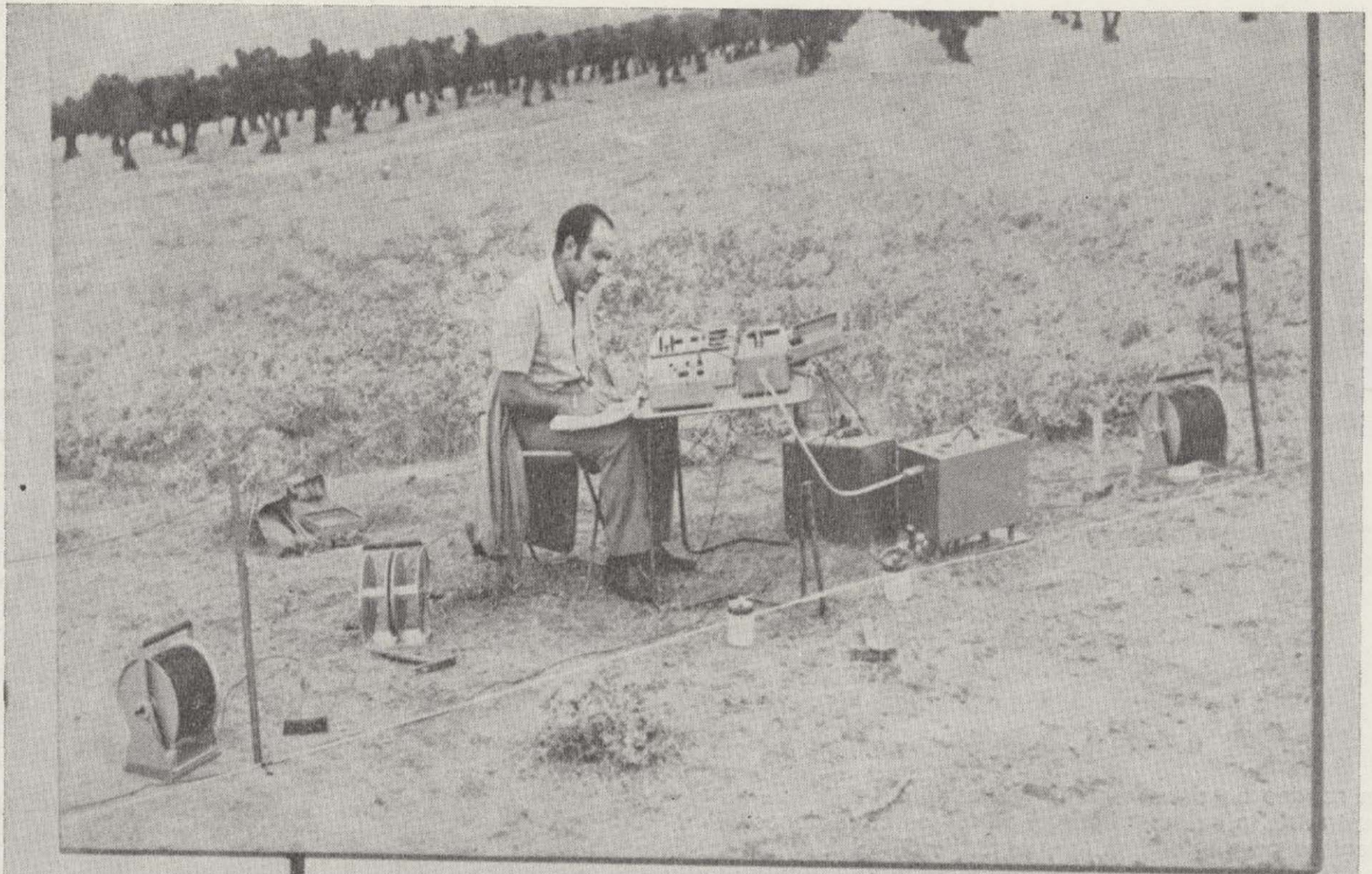
Oficina Principal

MADRID: Avda. de José Antonio, 70 - 6º. Teléfono 248 68.00

# GEOTRON, S. A.

INSTRUMENTAL DE GEOFISICA

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



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

POLARIZACION ESPONTANEA

POLARIZACION INDUCIDA

MEDIDORES DE CONDUCTIVIDAD

HIDRONIVELES ELECTRICOS

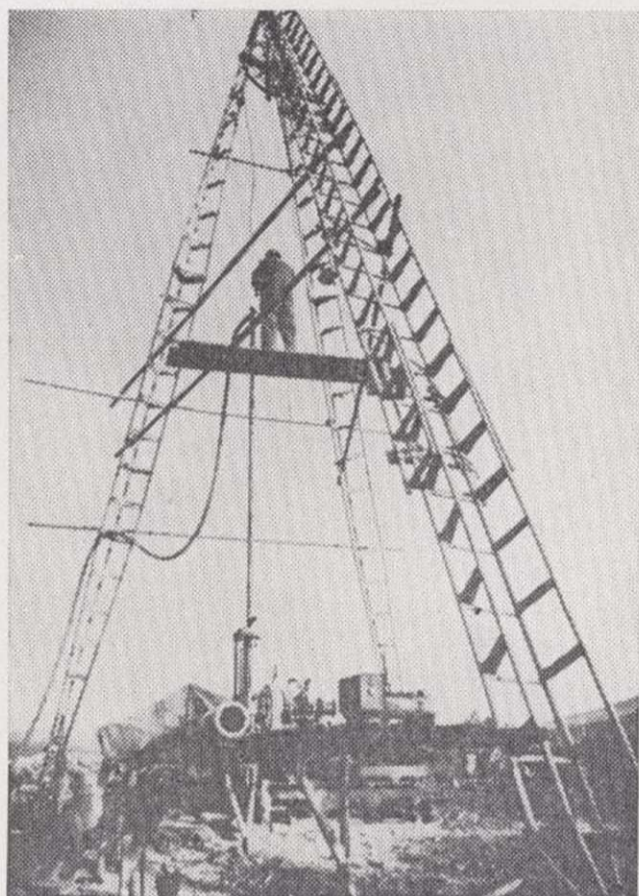
CONTROL AVANCE DE SONDEOS

TESTIFICADORES ELECTRICOS  
(potencial - resistividad y rayos gamma)

MAGNETOMETROS

# IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

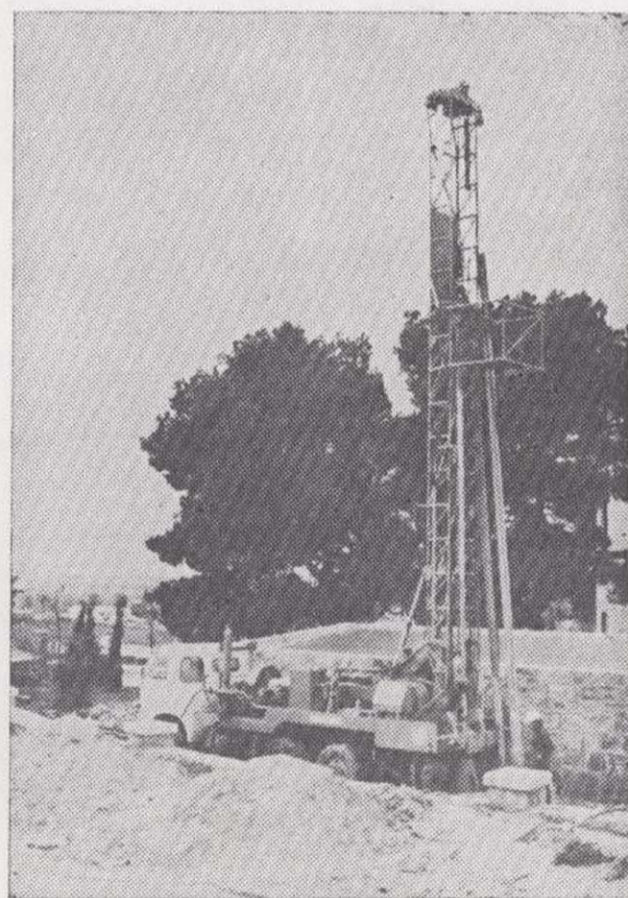
Al servicio de la Perforación desde 1954



Le resuelve cualquier  
problema de perforación.

**MINERIA.  
ALUMBRAMIENTO DE AGUA.  
ESTRATIGRAFICOS.  
EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.  
ESPECIALES, ETC.**

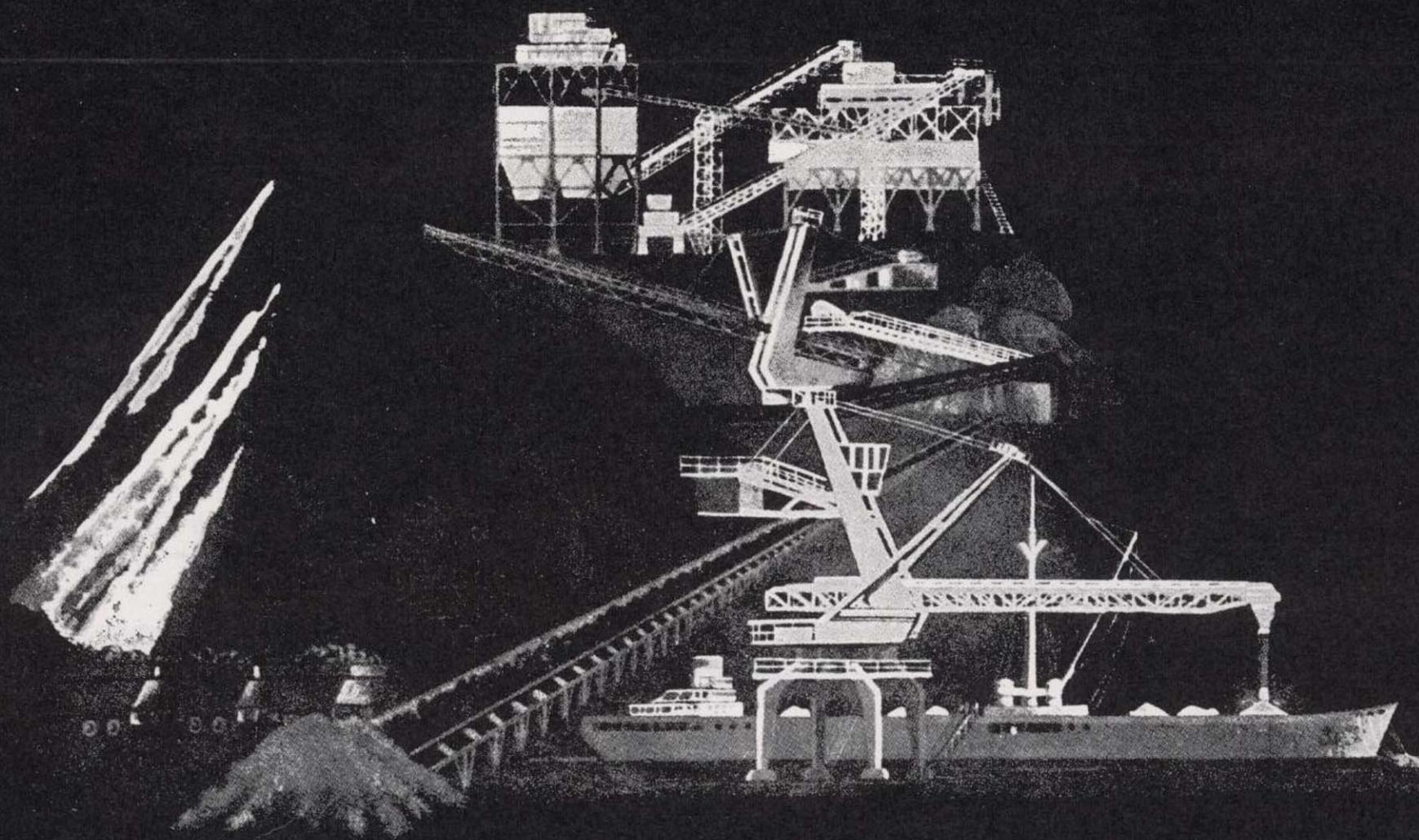
- Personal altamente experimentado.
- Profundidades hasta 2.500 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- Rotopercusión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.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



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







# 25 AÑOS

DE PRESENCIA EN LA INDUSTRIA

SON AÑOS QUE DETERMINAN UNA IMPORTANTE ETAPA PARA TAIM, DURANTE LA QUE SE HA IDO CONSOLIDANDO UN EQUIPO INDUSTRIAL, FUNDAMENTALMENTE HUMANO, ASISTIDO POR MEDIOS Y TECNICAS DE LA MAXIMA ACTUALIDAD.

LA OPORTUNIDAD DE ESTOS 25 AÑOS, NOS PERMITE AGRADECER A NUESTROS CLIENTES SU CONFIANZA Y APOYO, AL QUE HEMOS TRATADO DE CORRESPONDER EN TODO MOMENTO CON NUESTRO ENTUSIASMO Y SERVICIO.



# ***taim***

SOCIEDAD ANONIMA

APARTADO DE CORREOS 358  
TELEF. 33 58 00 - TELEX 58066  
ZARAGOZA (ESPAÑA)



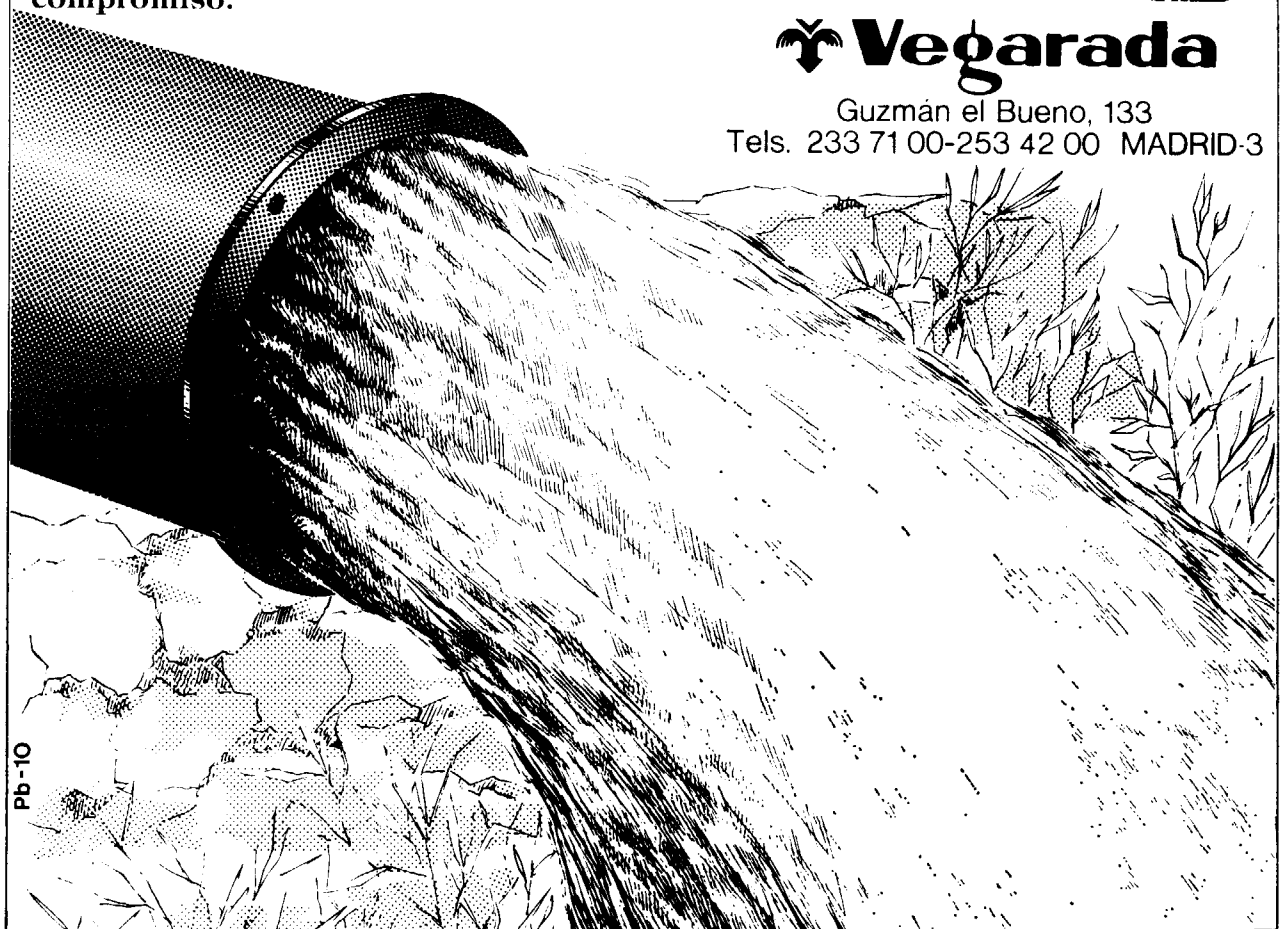
# Vegarada profundiza en su problema de agua y lo soluciona.

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



**Vegarada**

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



Pb-10

Tomo 90  
Fascículo II  
Marzo-Abril 1979

# 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>                     | K. EWERT y F. NAVARRO-VILA: La correlación estratigráfica entre los Mantos de Lújar y del Zuñero definidos al S y N de Sierra Nevada (Alpujárrides, Cordilleras Béticas) ... ..   | 1  |
|                                     | F. ALDAYA y K. EWERT: El Manto de Murtas al Sur de Sierra Nevada (Alpujárrides, Cordilleras Béticas) ... ..   | 10 |
|                                     | O. APALATEGUI: Consideraciones tectónicas sobre las fases tardías en Galicia Oriental ... ..  | 18 |
|                                     | O. APALATEGUI: Consideraciones tectónicas y cinemáticas en Galicia Oriental ... ..  | 27 |
| <b>Minería</b>                      | J. RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR: Características del campo filoniano de Calabor (Zamora, España) ... ..   | 34 |
| <b>Aguas Subterráneas</b>           | J. GONZÁLEZ MAS y F. LÓPEZ VERA: Características hidrogeológicas de la cuenca del río Záncara en los alrededores de Alberca de Záncara (Cuenca) ... ..  | 48 |
| <b>Estudio de minerales y rocas</b> | S. JOHN DICKEY, JR. y L. DORIAN NICOL: La historia petrológica del Complejo Ultramáfico de Ronda ... ..   | 61 |
| <b>Información</b>                  | Consideraciones sobre la preparación y transformación de mapas geológicos en documentos directamente utilizables por el proyectista.—La enseñanza de la minería en el Mundo Hispano (Noticias históricas).—Noticias.—Información legislativa.—Notas bibliográficas ... .. | 70 |

### DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 441 70 67

### ADMINISTRACION

Doctor Fleming. 7. - Madrid-16

Teléfono 250 02 02

**IGME**

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENER

**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

Muestra de casiterita engarzada en cuarzo de las minas  
de Calabor (Zamora)

Foto: J. RAMIREZ COPEIRO

Depósito legal: M. 3.279.-1958

*Nuevas Gráficas, S. A.-Albarracín, 50.-Madrid (17).-XII-1979*

## La correlación estratigráfica entre los Mantos de Lújar y del Zujerio definidos al S y N de Sierra Nevada (Alpujárrides, Cordilleras Béticas)

por K. EWERT (\*) y F. NAVARRO-VILA (\*\*)

### RESUMEN

El Manto de Lújar fue definido por VAN BEMMELEN (1927) en la Sierra de Lújar, al S de Sierra Nevada. Se han sucedido numerosas interpretaciones hasta concluir, muy recientemente, que el Manto de Lújar se extiende hacia el E, estando representado por la Sierra de Gádor, (EWERT, 1976). El Manto del Zujerio (NAVARRO-VILA, 1976) definido al N de Sierra Nevada, por sus rasgos estratigráficos y, sobre todo, por su posición tectónica, parecía, en principio, semejante al de Lújar. La posición tectónica relativa de ambos mantos, al S y al N de Sierra Nevada, era ya una base para la posible correlación.

La comparación de sus columnas estratigráficas pone de manifiesto una idéntica sucesión de formaciones, potencias similares y, sobre todo, tramos litológicos, con específicas características sedimentarias y de fauna, en la misma posición.

### ABSTRACT

The Lujar nappe was specified by VAN BEMMELEN in the year 1927. There have been numerous interpretations and one has, recently, come to the conclusion (EWERT, 1976) that the Lujar nappe extends towards the East as represented in the Sierra de Gádor. The Zujerio nappe specified at the North of the Sierra Nevada (NAVARRO-VILA, 1976) appears in principal to be similar to the Lujar nappe because of stratigraphical reasons and overall because of its tectonical position. The relative tectonical position of the two nappes, at the North and at the South of the Sierra Nevada, was already a base for possible correlation.

The comparison of their stratigraphical columns manifests itself as an identical succession of the formations. Above all, similar thicknesses, lithological developments with specific sedimentary characteristics and fauna have been found in the same position.

### 1. INTRODUCCION

La hipótesis de que ciertas unidades alpujárrides, definidas al S de Sierra Nevada han alcanzado los sectores situados al N, fue ya expuesta por los primeros investigadores (VAN BEMMELEN, 1927). El desarrollo reciente de la investigación de los Alpujárrides ha conducido a la definición de numerosos conjuntos de unidades con carácter local, a medida que se ha ido resolviendo con detalle la geología de sectores reducidos de la cordillera. Una vez que se ha alcanzado este nivel en la investigación,

comienzan a ser relativamente abundantes en las publicaciones las referencias a las posibles correlaciones entre unidades alpujárrides. Los criterios de correlación suelen ser las semejanzas en la posición tectónica, en la secuencia estratigráfica o, incluso, en el carácter de la zonación metamórfica. A pesar de ello no han aparecido aún trabajos que estén dedicados exclusivamente a precisar estas correlaciones entre sectores separados, al menos en lo que se refiere al sector central de la Cordillera.

En este sentido varios grupos de trabajo están empeñados en un proyecto común (Proyecto Alpujárride, en el que intervienen miembros de las Universidades de Amsterdam, País Vasco, Granada, Munich y Salamanca), que tienen como primera misión

(\*) Geologisches Institut der Technischen Universität München.

(\*\*) Departamento de Geotectónica. Univ. del País Vasco.

el intento de resolver la correlación entre los mantos alpujárrides en los sectores central y oriental de la Cordillera.

Con respecto a los alpujárrides que bordean Sierra Nevada existen alusiones recientes (DELGADO, 1971; GALLEGOS, 1975 y NAVARRO-VILÁ, 1976, entre otros) en torno a la posible identidad común entre alguna de estas unidades, con énfasis especial en las más bajas. No obstante, en ningún caso se han llevado a cabo estudios específicos con este fin. Los resultados de los estudios realizados por nosotros, tanto al S de Sierra Nevada (K.E.), como al N (F.N.-V), sobre los mantos de Lújar y del Zujerio, respectivamente, nos han inducido al examen en común de ambos sectores con el fin de definir hasta qué punto es posible establecer, en base a los conocimientos actuales, la correlación estratigráfica entre las dos unidades tectónicas. Con este fin en este trabajo se presentan las secuencias estratigráficas de ambas unidades y las conclusiones a las que se puede llegar.

## 2. EL MANTO DE LUJAR

### Definición y breve revisión histórica.

El Manto de Lújar fue definido por VAN BEMMELEN (1927) en el sector de la Sierra de Lújar. WESTERVELD (1929) reconoció el Manto de Lújar en la ventana tectónica de Turón, pero sin embargo supuso que la Sierra de Gádor está constituida por un manto superior, el Manto de Gádor. ALDAYA (1969) hizo la primera cartografía detallada de los Alpujárrides el S de la Sierra Nevada, entre el Río Guadalfeo y el Río Grande de Adra, y describió todas las ventanas tectónicas de este manto, en el área indicada. JACQUIN (1970) supuso—como WESTERVELD (1929)— que la Sierra de Gádor está compuesta por un manto superior al Manto de Lújar, el Manto de Gádor. OROZCO (1972) correlacionó el Manto de Gádor de JACQUIN (1970) con el Manto de Lújar. Ambos investigadores no se daban cuenta de que existe una superposición tectónica en la zona situada al SW de Laujar de Andarax. Con eso se entiende la interpretación regional de JACQUIN (1970).

Las investigaciones de los últimos años, sin embargo, han podido demostrar que es el Manto de Lújar el que compone la Sierra de Gádor. Las razones para soportar esta afirmación son tanto de tipo tectónico como de tipo estratigráfico (ALDAYA, BARRA y EWERT, en prensa, a y b).

### Estratigrafía y litología del Manto de Lújar.

Se pueden distinguir en los afloramientos del Manto de Lújar al S de Sierra Nevada (fig. 1) una formación metapelítica,  $L_{T1}$  y cinco formaciones compuestas por rocas carbonatadas,  $L_{T2a}$ ,  $L_{T2b}$ ,  $L_{T3a}$ ,  $L_{T3b}$  y  $L_{T3c}$ .

Estas formaciones tienen en conjunto una potencia de algo más de 1.500 metros.

#### Formación $L_{T1}$ .

La formación  $L_{T1}$  se compone de filitas, cuarcitas y esquistos arcillosos de color azulado, morado hasta verde en algunos casos. En los tramos más cuarcíticos dominan las coloraciones pardas.

En la parte alta de esta formación aflora, en el Barranco de las Plomeras (fig. 1), una facies de transición entre las facies pelítica y la facies carbonatada, que muestran una alternancia entre filitas y calizas fusiformes de poca potencia.

De acuerdo con todos los investigadores alpujárrides se atribuye a la formación  $L_{T1}$  una edad permotriásica.

#### Formación $L_{T2a}$ .

Es la primera formación de rocas carbonatadas. Predominan calcoesquistos con sericita, de color amarillento, con intercalaciones de bancos dolomíticos y de calizas margosas.

Existen varios niveles con restos de fósiles, pero aún no hemos encontrado fósiles determinables.

#### Formación $L_{T2b}$ .

La formación  $L_{T2b}$  se compone, mayormente, de dolomías con algunas intercalaciones calcáreas.

Se pueden distinguir dos tramos con características diferentes:

El tramo inferior está compuesto, sobre todo, de dolomicritas de color gris claro y de doloesparitas de grano fino a medio, de color gris a gris oscuro. Se encuentran con cierta frecuencia estratificación gradada, estructuras laminadas, atribuidas a la actividad biológica de algas verdeazuladas, y huellas de bioturbación (Crustáceos, Gusanos y otras de origen desconocido).

El tramo superior es más oscuro y presenta doloesparitas grises oscuras y negruzcas de grano medio a grueso. Tanto en la base como en el techo

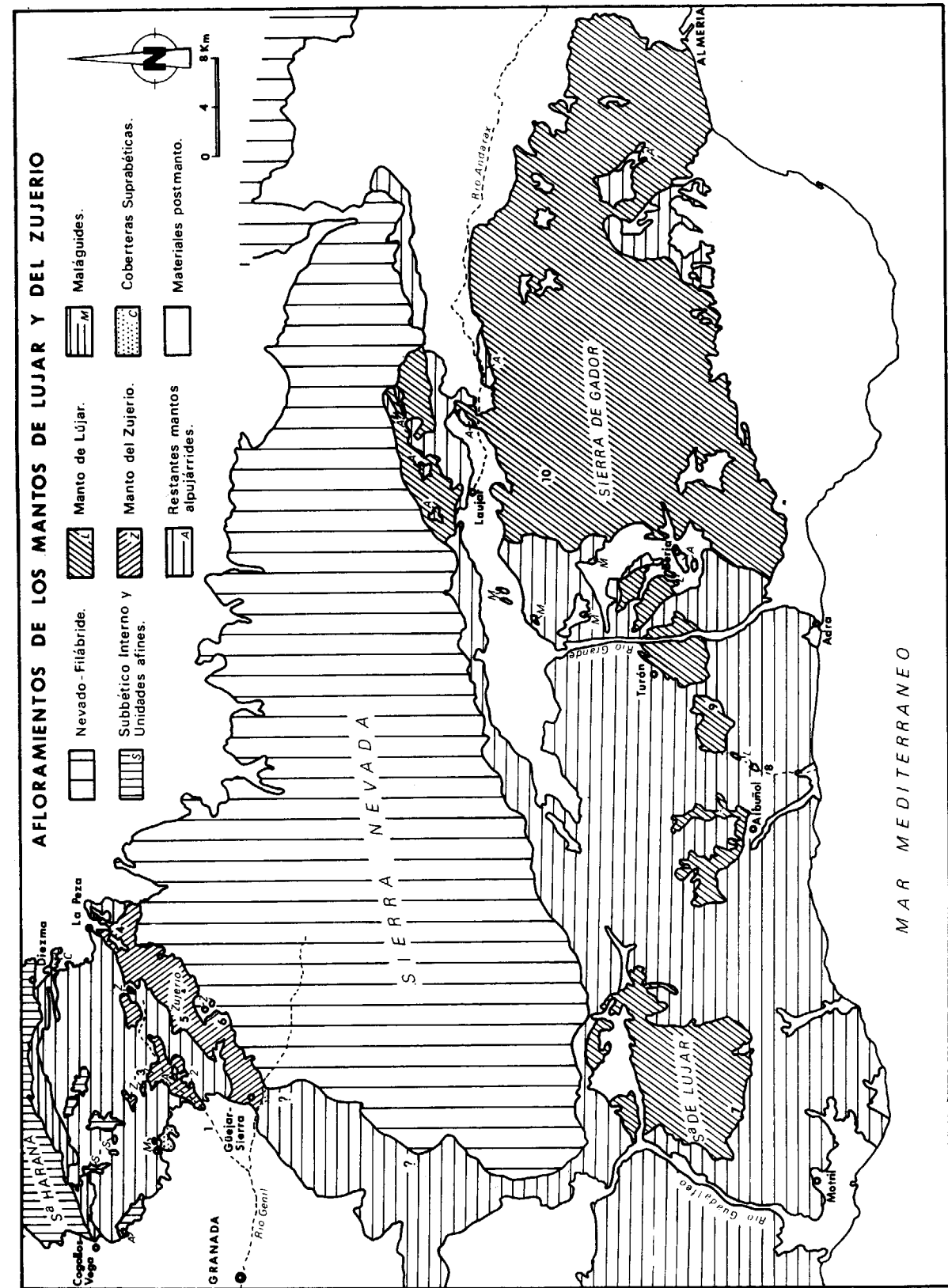


Figura 1  
Esquema geológico de una parte del sector Central de las Cordilleras Béticas. Toponimia citada en el texto: 1. Río Aguas Blancas.—2. El Madroñal.—3. Bco. de Martín García.—4. Cerro Catalino.—5. Los Lastonares.—6. Miguelejos.—7. Bco. Venterón.—8. Rambla de Huarea.—9. Cerro Alvarez.—10. Bco. de las Plomeras.

de este tramo existen intercalaciones calcáreas de poca potencia.

Una estructura característica de estas dolomías es la "franciscana". Es una alternancia de bandas oscuras con bandas blancas. Las bandas oscuras representan doloesparitas y las bandas blancas una cristalización centripeta, simétrica, de doloespatita (EWERT, 1976).

El tramo superior de la formación  $L_{T2b}$ , contiene mineralizaciones de galena y fluorita en la Sierra de Gádor, en la ventana tectónica de Turón, en la ventana tectónica de Albuñol y en la Sierra de Lújar (fig. 1).

Algunas intercalaciones calcáreas de la parte alta del tramo superior son ricas en microfósiles. La muestra EW-76-007 dio los siguientes fósiles (según MULDER-BLANKEN, Amsterdam): Ostrácodos. *Mostlerella blumenthali*, *Reubenella fraterna* y *Kerocythere hirschi* n. sp.; Conodontos. *Tardagondolella mungoensis mungoensis* y *Pseudofurnishiurus murcianus*; restos indeterminables de Peces, Equinodermos y Gasterópodos.

Los Conodontos muestran todavía una edad Longobardiense sup., pero los Ostrácodos, sin embargo, ya son del Cordevoliense inf., es decir, que el límite Ladiniense/Carniense está en la parte alta del tramo superior de la formación  $L_{T2b}$ .

#### Formación $L_{T3a}$ .

Esta formación es la más inhomogénea del Manto de Lújar, predominantemente calcárea, con varios niveles dolomíticos que alcanzan potencias considerables y que contienen a veces mineralizaciones de galena y de fluorita. Además se encuentran algunas intercalaciones lenticulares de filitas y cuarcitas.

El tramo inferior está compuesto por margocalizas tableadas amarillentas y por calizas grises. Un nivel con Terebrátulas, Lamelibranquios y Esferocóides es muy típico y sirve como nivel guía a escala regional.

Otra característica de este tramo es la presencia de pliegues de "slumping" y de brechas sedimentarias en la Sierra de Lújar (Barranco Venterón, figura 1) en la ventana tectónica de Albuñol (ALDAYA, 1967) y en la Sierra de Gádor.

El tramo medio de la formación  $L_{T3a}$  contiene secuencias puramente calcáreas. Son calizas y calizas

margosas en bancos muy marcados, con laminación de margas rojizas.

El tramo superior contiene varias intercalaciones dolomíticas y margosas, sobre todo en los afloramientos orientales.

Existen dataciones (VAN DEN BOOGAARD y SIMON, 1973) de la formación  $L_{T3a}$  que indican una edad Carniense inferior.

#### Formación $L_{T3b}$ .

Esta formación dolomítica aflora solamente en el Cerro Alvarez (fig. 1) y en el techo de la ventana tectónica más meridional de la Rambla de Huarrea (fig. 1). Se trata de una formación dolomítica sin ninguna intercalación calcárea. Generalmente son doloesparitas muy oscuras, a veces negras, en bancos muy distintos y en masas sin estructuras sedimentarias. Se trata de biohermos con los siguientes fósiles: Crinóides, Braquiópodos, Lamelibranquios, Equinodermos, Gasterópodos y Cefalópodos.

Aún no existen dataciones, pero es posible que una especie de Braquiópodos represente a la *Halorella pedata* (según Dr. E. OTT, Technische Universität, München, com. pers.) que indicaría una edad Noriense.

#### Formación $L_{T3c}$ .

La formación  $L_{T3c}$  aflora solamente el SE del Cerro Alvarez y presenta los niveles más altos del Manto de Lújar al S de Sierra Nevada.

Son calizas grises claras, en parte recristalizadas, calcoesquistos y bancos dolomíticos de color pardo.

### 3. EL MANTO DEL ZUJERIO

#### Definición y breve revisión histórica.

Ha sido definido en las Sierras del Tocón (N de Sierra Nevada) como el más bajo de los cinco mantos alpujárrides diferenciados en este sector (NAVARRO-VILÁ, 1976). Aflora al S del área y se apoya sobre el complejo Nevado-Filábride (fig. 1).

Los materiales de este manto son los que en su mayor parte representaban para VAN BEMMELEN (1927) el llamado por él "Manto gris"; otros afloramientos del Manto del Zujerio estaban integrados en el "Manto rojo" del mismo autor. Ambos Mantos, "gris" y "rojo", representaban una duplicación,

localizada al N de Sierra Nevada, del Manto de Lanjarón que junto con el Manto de Lújar, en posición inferior, y el Manto de Guajar, en posición superior, constituían los Mantos Alpujárrides definidos por él al S de la Sierra.

En consecuencia, en la hipótesis de VAN BEMMELEN (1927), el frente del Manto de Lújar sólo habría alcanzado la zona meridional de la Cordillera.

En una hipótesis posterior, la de BLUMENTHAL (1935), algunos de los materiales carbonatados del N sí serían correlacionables a los de la Sierra de Lújar, pero no constituyendo un alpujárride en sentido estricto, sino lo que él llamó "Trías basal" substrato del Manto de Gádor, definido por él como el alpujárride inferior. Esta hipótesis no ha sido considerada posteriormente por ningún investigador, y consecuentemente ha sido la propuesta por VAN BEMMELEN (1927) la que se ha mantenido hasta tiempos recientes y, desde luego, es la que encuentra mayor semejanza con los resultados de las últimas investigaciones, a pesar de no haber supuesto la extensión del Manto de Lújar hacia el N.

#### Estratigrafía y litología del Manto del Zujerio.

La secuencia estratigráfica del Manto del Zujerio puede dividirse en cinco formaciones, una inferior metapelítica,  $Z_{T1}$  y otras cuatro principalmente carbonatadas,  $Z_{T2b}$ ,  $Z_{T3a}$ ,  $Z_{T3b}$  y  $Z_{T3c}$ .

#### Formación $Z_{T1}$ .

Está compuesta de filitas grises con algunos cambios en la tonalidad, sobre todo hacia la parte alta en que se hacen más azuladas, con tintes violáceos. Intercalados en las filitas, y en proporciones muy variables de un afloramiento a otro, existen también niveles, generalmente muy finos, de cuarcitas de tonos más claros. El tamaño de grano aumenta ligeramente hacia los niveles más profundos.

Se puede resumir que las filitas y cuarcitas de esta formación no difieren de las que han sido descritas en otros lugares de la Cordillera como pertenecientes a la base de ciertos mantos alpujárrides y a las que se atribuyen una edad Permo-Werfeniense.

El contacto entre la formación de filitas y cuarcitas y el paquete carbonatado superior es de carácter tectónico en el Manto del Zujerio. No aparecen niveles de transición con la parte baja de la formación carbonatada superior.

#### Formación $Z_{T2b}$ .

En la vertiente sudoccidental del Cerro Zujerio (fig. 1), reposa con un contacto tectónico sobre la formación  $Z_{T1}$ .

Comienza la formación por una sucesión de dolomías micríticas y esparíticas finas, de colores grises y con bancos potentes de hasta 2,5 metros. A continuación, un paquete de calizas tableadas margosas que van de tonalidades ocres, las más margosas, hasta negras. La potencia de estas calizas no se puede precisar con exactitud debido a la presencia de laminaciones tectónicas, pero puede suponerse que alcanza unos 20 metros. Por encima vuelven a aparecer algunos metros de dolomías grises.

Termina la formación con unos 60 metros de doloesparitas de grano medio a grueso, oscuras a negras y con estructuras de "franciscana". La potencia total de la formación alcanza aproximadamente 250 metros.

#### Formación $Z_{T3a}$ .

En la ladera suboccidental del Cerro Zujerio descansa esta formación sobre la descrita anteriormente,  $Z_{T2b}$ . Sin embargo, en los restantes afloramientos meridionales del Manto del Zujerio, los materiales pertenecientes a la formación  $Z_{T3a}$  se superponen directamente a la formación de filitas y cuarcitas, es decir, ha desaparecido en amplias extensiones de formación  $Z_{T2b}$ . Tal laminación tectónica se aprecia con claridad en un corte de dirección E-W en el propio Cerro Zujerio, en cuya ladera oriental ya no aparece la formación  $Z_{T2b}$ .

La formación  $Z_{T3a}$  está constituida por los siguientes tramos, de abajo a arriba:

— Calizas margosas y margocalizas tableadas, de tonalidades claras, amarillentas y rojizas. A unos 35 metros de la base, aparecen niveles con Terebrátulas y Esferocóides, en el Cerro Zujerio, y Myophorias, en el Cerro Catalino. Entre las calizas existen intercalaciones laminares margosas.

— Continúa la sucesión con calizas más puras de colores grises, estratificadas en bancos de varios decímetros, con algunas intercalaciones de dolomías brechoides masivas y, también, de bancos de doloesparitas marrones dedolomitizadas. Asociadas a estas últimas hay, además, abundantes intercalaciones detríticas lenticulares de pelitas y areniscas rojas, que pueden alcanzar hasta 30 metros de potencia.

La parte media de la formación  $Z_{T3a}$ , predominantemente calcárea, está representada en la zona de Los Lastonares (fig. 1), en donde es característica la existencia de brechas y abundantes pliegues de "slumping". En relación con los niveles dolomíticos aparecen mineralizaciones estratiformes de plomo (Los Lastonares y el Madroñal); por encima de la zona de mineralizaciones, se hacen más abundantes y rítmicas las intercalaciones margosas.

La parte alta de la formación aflora en el valle del Río Aguas Blancas. Está constituida por calizas grises oscuras con intercalaciones de calizas amarillentas margosas y algunas otras dolomíticas. Hacia el techo aparecen con mayor desarrollo, y son más abundantes, las intercalaciones margosas amarillentas, entre calizas de grano fino grises.

La potencia total de la formación se aproxima a 700 metros.

#### Formación $Z_{T3b}$ .

Aflora en el Barranco de Martín García (fig. 1), al N del Río Aguas Blancas.

De muro a techo, la secuencia es la siguiente:

— dolomías negruzcas y yesíferas, con alto contenido, en carbonato cálcico y de textura porosa.

— dolomías margosas con estratificación gradada, en bancos de 10 a 50 centímetros de espesor, alternantes con dolomías esparíticas negras.

— paquete masivo de brechas sedimentarias dolomíticas, de 40 metros de espesor.

— dolomías puras con algunos bancos más claros de dolomicritas. Abundantes estructuras de estromatolitos y restos de Crinóides.

— banco con Braquiópodos y Lamelibranquios.  
— más hacia el techo se hacen abundantes las laminaciones de algas.

La formación termina con varias intercalaciones pelíticas amarillentas dentro de la sucesión dolomítica.

#### Formación $Z_{T3c}$ .

En la parte alta del Barranco de Martín García, así como también en los afloramientos más septentrionales del Manto del Zujerio, aparece esta formación que es fundamentalmente calcárea. Las calizas son de tonalidades variadas, aunque en general claras, sobre todo hacia la base. Están estrati-

ficadas en bancos muy regulares y de poco espesor. Tienen algunas intercalaciones de margas preferentemente en la parte inferior, así como también de margocalizas, pero las más abundantes son de dolomías en bancos de 10 a 15 centímetros.

En algunos bancos de la formación, se observan pliegues de carácter sinsedimentario.

El espesor de esta formación, que es la más alta del Manto del Zujerio, es difícil de precisar a causa de los accidentes tectónicos que la afectan, pero puede suponerse que no supera los 150 metros.

#### 4. LA CORRELACION ENTRE LAS MANTOS DE LUJAR Y DEL ZUJERIO

No nos vamos a referir a la posible correlación que se pueda establecer basándose en los criterios de posición tectónica. Como se ha dicho en la introducción, ha sido ya apuntado por varios autores que el Manto de Lújar es correlacionable, por su posición tectónica, además de por sus caracteres estratigráficos más llamativos, con otras unidades más septentrionales entre ellos el Manto del Zujerio. Nuestro propósito es resaltar las peculiaridades que se han puesto de manifiesto en las secuencias que hemos resumido.

El estudio de la estratigrafía de las sucesiones carbonatadas triásicas de los mantos alpujarrides viene demostrando que existen entre muchos de ellos semejanzas muy evidentes. En el caso de los dos mantos que aquí se consideran, como se deduce de la comparación detenida de sus columnas (fig. 2) no sólo se puede hablar de semejanzas sino de coincidencias muy concretas.

La formación  $L_{T2b}$ , que corresponde a la transición entre las rocas pelíticas del Permo-Werfeniense y las formaciones francamente carbonatadas del Triás medio-superior, representan ya un ambiente marino con ciertas influencias terrígenas. Está ausente normalmente en el Manto de Lújar y falta siempre en el del Zujerio. Esta ausencia de las formaciones  $T_{2b}$  ha sido ya puesta de manifiesto anteriormente y justificada por el efecto de laminaciones tectónicas (NAVARRO-VILÁ, 1976), que a veces pueden afectar incluso a formaciones más altas.

Las formaciones  $L_{T2b}$  y  $Z_{T2b}$  muestran un desarrollo coincidente. Los tramos inferiores están constituidos sobre todo por dolomicritas y doloesparitas

de grano fino de color gris claro; algunos niveles de dolomías margosas y de margas atestiguan influencias terrígenas. El tramo superior de ambas formaciones, caracterizado por la "dolomía con franciscana", representa sedimentos de un medio infra- hasta supramareal, en donde las influencias terrígenas son ya prácticamente nulas. Por debajo de este tramo existe en los dos casos una intercalación calcárea de poca potencia.

Intercaladas entre las calizas de este tramo existen, con relativa abundancia, diferenciaciones fusiformes de dolomías negras. Estas intercalaciones corresponden a zonas de sedimentación en partes altas del relieve de la cuenca sedimentaria. Hay también intercalaciones, estas lenticulares, de materiales detríticos y que representarían épocas de una excesiva influencia terrígena, sobre todo en el Noroeste de la cuenca.

Tanto en la formación  $L_{T3a}$  como en la  $Z_{T3a}$  existen mineralizaciones estratiformes que indican que durante la sedimentación de las mismas se dieron condiciones muy favorables para la concentración de sulfuros.

Las intercalaciones dolomíticas, brechas sedimentarias y pliegues de "slumping", son hechos que demuestran una variación diferencial de la energía potencial, ligada al relieve en la cuenca sedimentaria respecto a la época anterior, cuando se produjo la sedimentación de las formaciones  $T_{2b}$  o incluso el tramo basal de la  $T_{3a}$ .

En el tramo superior de las formaciones  $T_{3a}$  se regresa a unas condiciones de mayor tranquilidad en la cuenca. En los bancos dolomíticos intercalados en la secuencia de calizas negras y calizas margosas se pueden encontrar restos de Crinóides y Equinodermos.

Las formaciones  $T_{3b}$  corresponden a los sedimentos de la época más tranquila de la cuenca triásica, en ambos mantos; contienen la litología más homogénea y una facies que no se conoce en las restantes formaciones calizodolomíticas. Las dolomías de  $L_{T3b}$  y  $Z_{T3b}$  corresponden a un medio marino abierto; en el Manto de Lújar (Ventana tectónica del Cerro Alvarez, figura 1) muestran un biohermo y en el Manto del Zujerio (Barranco de Martín García, figura 1), algún biostromo.

El techo de ambos mantos lo constituyen las formaciones  $L_{T3c}$  y  $Z_{T3c}$  de naturaleza calcárea. La secuencia es parecida a los tramos de calizas tableadas de las formaciones  $T_{3a}$ . Los afloramientos son escasos, estando mejor representada en el Manto del Zujerio.

#### 5. EDAD DE LAS FORMACIONES

En el apartado 2 están reflejadas las dataciones que ya se han efectuado sobre el Manto de Lújar; estas precisiones no han podido ser verificadas por el momento, en el Manto del Zujerio.

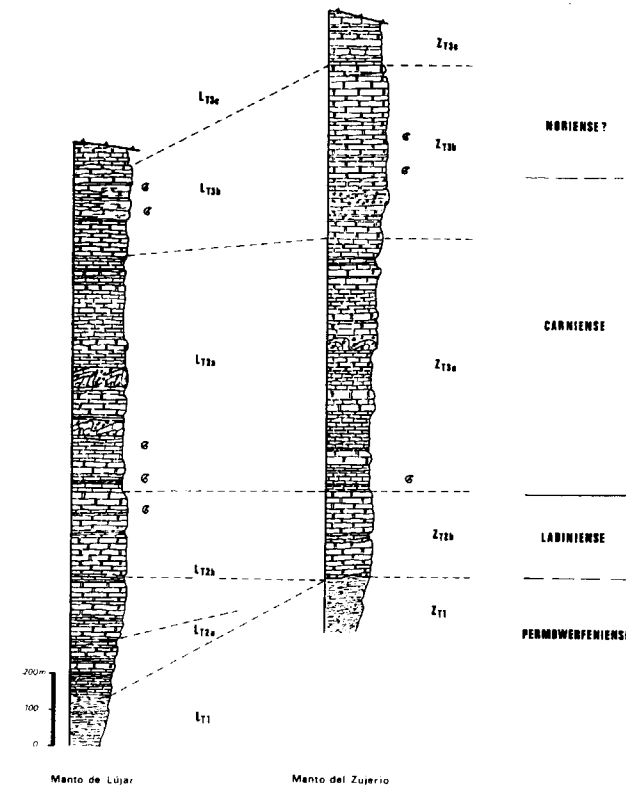


Figura 2  
Columnas estratigráficas de los Mantos de Lújar y del Zujerio.

La composición litológica de las formaciones  $L_{T3a}$  y  $Z_{T3a}$  se caracteriza por varios cambios de facies con indentaciones laterales y también niveles con "slumping" y brechas sedimentarias, que atestiguan épocas de inestabilidad en la cuenca sedimentaria.

Las calizas tableadas y margosas por las que comienzan ambas formaciones contienen un nivel de Terebrátulas, Esferocóides y Myophorias, presente en diversos afloramientos de ambos mantos y que constituye un jalón bien caracterizado.

De lo expuesto en el apartado anterior se deduce que no sólo la sucesión de formaciones análogas es semejante en ambos mantos, sino que también, la presencia de determinados tramos característicos, e incluso niveles guías, se encuentran en posiciones idénticas dentro de ambas secuencias. Tales son, por ejemplo, los bancos con Terebrátulas, Esferocóides y Myophorias en el tramo  $T_{3a}$  y los biohermos y biostromos del tramo  $T_{3b}$ , por citar afloramientos con macrofauna. Estos hechos nos hacen pensar que no es aventurado extender las precisiones cronológicas establecidas en el Manto de Lújar hasta el Manto del Zuñero, adelantándonos a las oportunas comprobaciones en vías de realización.

Dataciones que precisan el límite Ladiniense-Carniense han sido ya reveladas para el Manto de Lújar (sobre afloramientos de las Sierras de Gádor y Lújar) y otras unidades alpujarrides: KOZUR y SIMON (1972), VAN DEN BOOGARD y SIMON (1973), KOZUR et al. (1974) y SCHWERD (1974). Además tenemos conocimiento de otras dataciones del Manto de Lújar (O. J. SIMON, com. pers.) que confirman las mismas edades.

La atribución de las formaciones  $T_{3b}$  y  $T_{3c}$  al Noriense no es segura todavía, pero como se ha expresado anteriormente la presencia probable de *Halorella pedata* en  $L_{T3b}$  confirmaría esa edad.

## 6. CONCLUSION

De lo expuesto se deduce que existe una identidad estratigráfica entre los Mantos de Lújar y del Zuñero. Por otra parte, la posición tectónica relativa de ambos mantos en los conjuntos alpujarrides del S y del N de Sierra Nevada es la misma. Estos resultados inducen a considerar que ambos constituyen una gran unidad, la más baja del complejo alpujarride alrededor de Sierra Nevada. Sin embargo, para confirmar regionalmente esta conclusión aún nos queda por conocer la estratigrafía precisa de las unidades de posición comparable que se extienden desde el S del Río Genil por el NW de Sierra Nevada, hacia el S, o lo que es lo mismo, qué alcance tiene la desaparición del Manto de Lújar en el sector de Lanjarón (ALDAYA, 1969). Pero a este respecto no hay que olvidar que suele ser un comportamiento típico de los mantos alpujarrides la presencia de soluciones de continuidad, que en ocasiones se dan en distancias relativamente considerables.

No obstante la falta de continuidad, las evidencias tectónicas y estratigráficas son tales que se puede concluir que los denominados hasta ahora Mantos de Lújar y del Zuñero son parte de una misma unidad mayor en los Alpujarrides. Proponemos por razones históricas el conservar el nombre *Manto de Lújar* para designar al conjunto de unidades que rodean a Sierra Nevada con la posición y secuencia indicadas. Consecuentemente, al hasta aquí considerado Manto del Zuñero se le da el rango de *Unidad del Zuñero*.

## BIBLIOGRAFIA

- ALDAYA, F.: *Nuevas observaciones en las calizas triásicas de la ventana tectónica de Albuñol (zona Bética provincia de Granada)*. Notas y Comns del I. G. M. E., 101-102, p. 101-106 (1967).
- ALDAYA, F.: *Los Mantos Alpujarrides al S de Sierra Nevada*. Tesis doctoral. Universidad de Granada (1969).
- ALDAYA, F.; BAENA, J., y EWERT, K.: Hoja de Ugijar, 21-43. Mapa Geológico de España 1:50.000, 2.ª Serie, I. G. M. E. (en prensa, a).
- ALDAYA, F.; BAENA, J., y EWERT, K.: Hoja de Adra, 21-44. Mapa Geológico de España 1:50.000 2.ª Serie, I. G. M. E. (en prensa, b).
- BAENA, J. y EWERT, K.: Hoja de Roquetas de Mar, 22-44. Mapa Geológico de España 1:50.000, 2.ª Serie, I. G. M. E. (en prensa).
- BEMMELLEN, R.W. VAN: *Bijdrage tot de Geologie der Betsische in de province Granada*. Tesis Delft, 176 p. (1927).
- BLUMENTHAL, M.: *Reliefüberschiebungen in den westlichen Cordilleren* Geol. Medit. ocdid., 4, p. 3-29 (1935).
- BOOGART, M. VAN DEN, y SIMON, O. J.: *Pseudofurnishius (Conodonta) in the Triassic of the Betic Cordilleras, SE Spain*, Scripta Geol. 16, p. 1-23 (1973).
- DELGADO, F.: *Observaciones sobre las unidades alpujarrides en la Sierra de Baza*. Cuad. Geol. Univ. Gran., 2, p. 41-48 (1971).
- EWERT, K.: *Estratigrafía y mineralizaciones del Manto de Lújar al S de Sierra Nevada*. Studia Geológica, XI, Salamanca (1976).
- GALLEGOS, J. A.: *Los Alpujarrides al W de Sierra Nevada*. Tesis doctoral Univ. de Granada, 494 p. (1975).

JACQUIN, J. P.: *Contribution a l'étude géologique et minière de la Sierra de Gádor (Almería, Espagne)*. Tesis Nantes, 2t, 51 p. (1970).

KOZUR, H.; KAMPSCHUUR, W.; MULDER-BLAKEN C.W.H., y SIMON, O. J.: *Contribution to the Triassic ostracode faunas of the Betic Zone (Southern Spain)*. Scripta Geol., 23, p. 1-56 (1974).

KOZUR, H. y SIMON, O. J.: *Contribution to the Triassic Microfauna and Stratigraphy of the Betic Zone (Southern Spain)*. Rev. Española Micropaleontología. Núm. extraord. 30 anivers. Adaro, p. 143-158 (1972).

NAVARRO-VILÁ, F.: *Los Mantos Alpujarrides y Maláguides*

*al N de Sierra Nevada*. Tesis doctoral, Univ. de Bilbao. 288 p. (1976).

OROZCO, M.: *Los Alpujarrides en Sierra de Gádor Occidental*. Tesis doctoral, Univ. de Granada (1972).

SCHWERD, K.: *Stratigraphie, Fazies und Lagerstätten in triassischen Karbonatgesteinen der alpujarridischen Decken in der westlichen Sierra de Gádor (Betsische Kor-dillere, Provinz Almería/Südspanien)*. Tesis T. U. Munich (1974).

WESTERVELD, J.: *De bouw der Alpujarras en het tektonisch verband der oostelijke betische ketens*. Tesis Delft, 120 p. (1929).

Recibido: mayo 1977.



# El Manto de Murtas al sur de Sierra Nevada (Alpujárrides, Cordilleras Béticas)

Por F. ALDAYA (\*) y K. EWERT (\*\*)

## RESUMEN

El Manto de Murtas (ALDAYA, 1969 a, 1969 b) es la cuarta unidad tectónica alpujárride (contada en sentido ascendente) en la región situada al Sur de la Sierra Nevada.

Está constituido por una secuencia metapelítica inferior y una secuencia superior de rocas carbonatadas triásicas. La secuencia metapelítica inferior comprende tres formaciones: a) Formación basal de micasquistos grafitosos y cuarzoquistos con granate, y con estaurolita en los niveles más bajos. b) Esquistos, cuarzoquistos y cuarcitas con biotita. c) Filitas y cuarcitas permotriásicas. Esta sucesión está coronada por una serie calizo-dolomítica del Trías medio y superior.

El Manto de Félix (JACQUIN, 1968 a, 1968 b, 1970) comienza por una delgada formación de esquistos con biotita, que desaparece hacia el E. de la Sierra de Gádor. Sigue una formación de filitas y cuarcitas, coronada por niveles de pelitas y areniscas rojas muy poco metamórficas. La serie termina por calizas y dolomías del Trías medio y superior.

Los autores llegan a la conclusión de que ambos mantos constituyen una misma unidad tectónica para la que proponen en nombre de Manto de Murtas.

## ABSTRACT

The Murtas-Nappe (ALDAYA, 1969 a, 1969 b) is the fourth tectonic unit (ascendent sense) within the Alpujárride complex in the region south of the Sierra Nevada.

It is composed of an inferior metapelitic sequence and a superior triassic carbonate rock sequence.

The inferior metapelitic sequence is subdivided into three formations: a) Basis formation of graphitic and quartzitic schists with garnet, and staurolite in the lower part. b) Schists and quartzites of permotriassic age. The triassic carbonate rock sequence follows (in continuation).

The Félix-Nappe (JACQUIN, 1968 a, 1968 b, 1970) starts off with a thin formation of biotite schists which disappear towards the E of the Sierra de Gádor. The following formation is composed of phyllites and quartzites and of less metamorphic reddish shales and sandstones in the higher part. The series finishes with triassic carbonate rocks.

The authors come to the conclusion that both nappes belong to the same tectonic unit, for which they propose the name Murtas Nappe.

(\*) Departamento de Geomorfología y Geotectónica. Facultad de Ciencias. Salamanca.

(\*\*) Inst. für Geologie und Mineralogie, Technische Universität München.

## INTRODUCCION

Este trabajo ha sido realizado dentro de un programa de investigación de las universidades de Amsterdam, Bilbao, Granada, München y Salamanca (Proyecto Alpujárride), uno de cuyos objetivos es la correlación de los Mantos Alpujárrides. Véase al respecto el trabajo de EWERT y NAVARRO-VILA (1979).

Este trabajo se ha beneficiado, en parte, de los resultados obtenidos por los autores y otros colegas durante la realización del Plan MAGNA. Agradecemos al Instituto Geológico y Minero de España su autorización para utilizar dichos datos. El área estudiada queda comprendida en las hojas de Lanjarón (1042), Ugijar (1043), Alhama de Almería (1044), Almería (1045), Albuñol (1056), Adra (1057) y Roquetas de Mar (1058). El mapa incluido en esta publicación ha sido realizado tomando como base los esquemas tectónicos de dichas hojas.

Los datos utilizados de otros autores (J. Baena, J. P. Jacquin y F. Voermans), han sido revisados por nosotros.

## BREVE REVISION HISTORICA

### El manto de Murtas.

Al Sur de la Sierra Nevada y entre los meridianos de Motril y Adra, ALDAYA (1969 a, b) definió una secuencia de mantos que, en orden ascendente, son: Manto de Lújar, Manto de Cástaras, Manto de Alcázar, Manto de Murtas y Manto de Adra.

El Manto de Cástaras aflora de un modo continuo junto al borde meridional de la Sierra Nevada,

pero hacia el Sur se acuña y desaparece en unos pocos kilómetros. El Manto de Alcázar reposa, bien sobre el de Cástaras, o bien sobre el de Lújar. Es discontinuo y de espesor muy variable. En los sectores en que falta el Manto de Alcázar, el de Murtas puede situarse directamente bien sobre el de Cástaras, o bien sobre el de Lújar (fig. 1).

La denominación se debe a que este manto presenta la secuencia más completa en los alrededores de la localidad de Murtas, si bien con importantes variaciones de espesor en sus términos.

Los primeros autores que trabajaron en esta región: VAN BEMMELEN (1927), WESTERVELD (1929), COPPONEX (1958), etc. no llegaron a individualizar los distintos mantos tal y como los definió ALDAYA (op. cit.). Por esta razón se prefirió no utilizar denominaciones de estos autores, salvo para el Manto de Lújar de VAN BEMMELEN (op. cit.), cuya definición e individualización es correcta, y ha sido aceptada por la casi totalidad de los autores que han trabajado en esta región.

El nombre de Manto de Murtas fue utilizado también por OROZCO (1972), en el mismo sentido. Los afloramientos que este autor atribuye al Manto de Murtas pertenecen, en nuestra opinión, a dicho manto. Pero hay numerosos afloramientos que OROZCO atribuye a los mantos de Lújar y de Alcázar que para nosotros pertenecen al de Murtas. Valga como ejemplo el extenso afloramiento de calizas y dolomías situado aproximadamente entre los meridianos de Adra y Berja e inmediatamente al Sur de la cuenca neógena de Ugijar, materiales que se continúan formalmente con los que afloran en la localidad de Murtas y en sus alrededores. Estas calizas y dolomías reposan so-

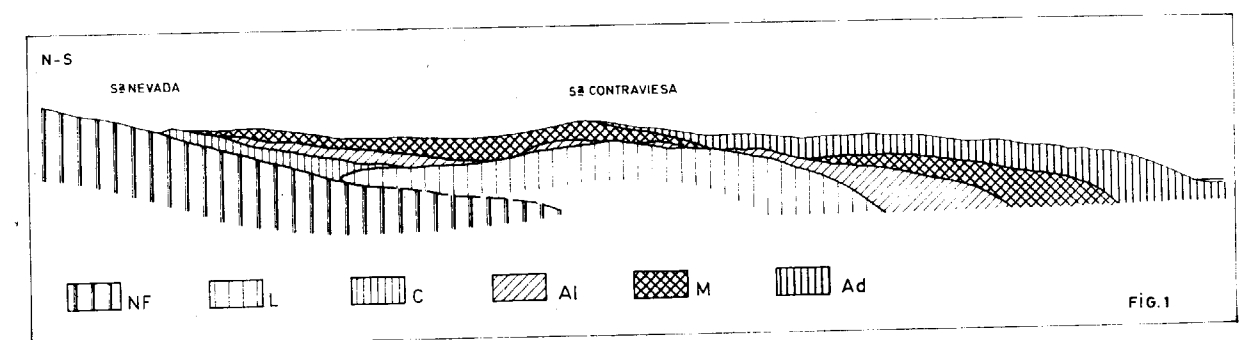


Figura 1

Corte, muy esquematizado, que ilustra la sucesión de los Mantos Alpujárrides en la región objeto de este trabajo. Leyenda: NF: Nevado-Filábride.—L: Manto de Lújar.—C: Manto de Cástaras.—Al: Manto de Alcázar.—M: Manto de Murtas.—Ad: Manto de Adra.

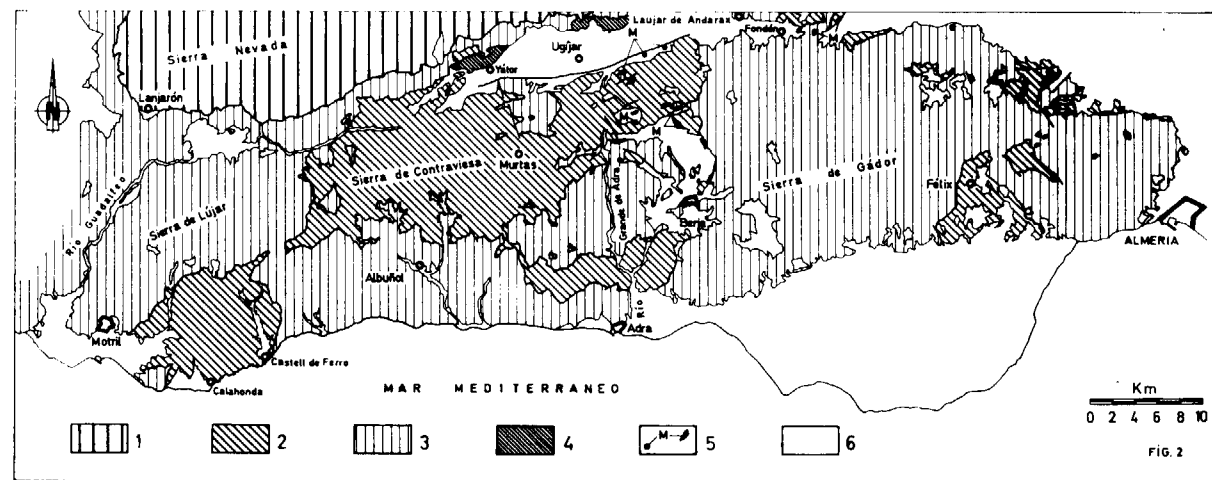


Figura 2

Distribución de los afloramientos del Manto de Murtas al Sur de Sierra Nevada. Leyenda: 1: Nevado-Filábride. 2: Manto de Murtas.—3: Restantes mantos alpujárrides.—4: Zona de escamas de Yátor.—5: Maláguides.—6: Materiales post-mantos (Neógeno y Cuaternario).

bre la correspondiente formación de filitas y cuarcitas que, más al Este, unos 6 kilómetros al SW de Laujar de Andarax descansa a su vez sobre los materiales del Manto de Lújar. Este contacto no ha sido correctamente interpretado, en nuestra opinión, por los autores que hasta ahora han trabajado en este área.

Finalmente, BAENA y VOERMANS (en prensa) y ALDAYA, BAENA y EWERT (en prensa), han utilizado la misma nomenclatura que ALDAYA y en el mismo sentido.

#### El Manto de Félix.

Fue definido por JACQUIN (1968 a) como una unidad alpujárride (op. cit., pág. 242), aunque con ciertas reservas (op. cit., pág. 236). Constituye la más alta de las unidades alpujárrides que afloran en la región comprendida entre el río Grande de Adra y Almería. Estas unidades serían, en sentido ascendente, el Manto de Lújar, la Unidad de Gádor y la Unidad de Félix.

En un trabajo posterior (1968 b), engloba todos los afloramientos de la anterior Unidad de Félix en el Conjunto Maláguide, pero sin que ello implique un cambio en la cartografía ni en la posición tectónica de los afloramientos que constituyen la Unidad de Félix. De todos modos Jacquin matiza lo siguiente:

“Deux familles de Klippes peuvent être distinguées d'après leur contenu lithostratigraphique: la

première avec Paléozoïque bien développé et Trias très réduit (Bétique de Málaga s.s.), la deuxième avec Permien seulement et Trias réduit (“unité de Félix”, telle qu'elle avait été définie”).

Finalmente, en su tesis de doctorado, JACQUIN (1970) incluye definitivamente el Manto de Félix en el Complejo Alpujárride, conservando la misma individualización de unidades que en las publicaciones anteriores.

En nuestra opinión la cartografía de los afloramientos del Manto de Félix que realiza Jacquin y la posición tectónica que les atribuye son, en general, correctas.

Pero en la región situada entre los paralelos de Adra y Berja, e inmediatamente al Sur de la cuenca neógena de Ugíjar, este autor atribuye al Manto de Gádor una amplia extensión de calizas y dolomías triásicas con sus filitas basales. Para nosotros, como antes decíamos, estos materiales pertenecen al Manto de Murtas (1).

(1) El Manto de Gádor de Jacquin ha sido correlacionado por nosotros con el Manto de Lújar. Véase ALDAYA, BAENA y EWERT (en prensa); EWERT, NAVARRO-VILA (1978). Pero, concretamente para el sector que discutimos ahora, los materiales del Manto de Gádor pertenecen, como hemos dicho, al Manto de Murtas. Jacquin ha incluido, pues, en su Manto de Gádor, materiales pertenecientes a dos mantos diferentes. Aparte de ello, Jacquin distingue también materiales pertenecientes al Manto de Lújar. Esta atribución es correcta en nuestra opinión. Para nosotros los Mantos de Lújar y Gádor de Jacquin pertenecen, pues, a la misma unidad tectónica: nuestro Manto de Lújar, salvo los afloramientos que ahora discutimos.

En todo este sector, JACQUIN dibujo numerosos “klippes” del Manto de Félix. Algunos de ellos están situados sobre las calizas y dolomías triásicas que él atribuye al Manto de Gádor (Manto de Murtas) y para nosotros pertenecerían al Manto de Adra.

Otros, constituidos por filitas y cuarcitas, que él sitúa sobre sus calizas y dolomías del Manto de Gádor, están en realidad bajo dichas calizas, y para nosotros constituyen la base metapelítica del Manto de Murtas. Su atribución es, pues, correcta. No así su posición tectónica.

Y otros, finalmente, son filitas y cuarcitas del Manto de Lújar y están claramente situados bajo las calizas y dolomías de su manto de Gádor, y no encima.

Resulta claro que el contacto entre los mantos de Murtas y Lújar (en esta región falta el Manto de Alcázar), no ha sido correctamente interpretado por JACQUIN ni por OROZCO.

De ahí la dificultad que ha existido hasta ahora para correlacionar los mantos a uno y otro lado del río Grande de Adra. La confusión se debe, en parte, a que, a lo largo de bastantes kilómetros, las filitas y cuarcitas que en este sector constituyen la base del Manto de Murtas contactan directamente con las filitas y cuarcitas basales del Manto de Lújar. Uno de los hechos que ha permitido zanjar esta cuestión es que las filitas y cuarcitas más bajas del Manto de Murtas contiene algo de biotita y están bien recristalizadas, mientras que las filitas del Manto de Lújar, con un grado de recristalización muy inferior, no presentan este mineral. Con respecto a la discusión precedente, véase la hoja de Ugíjar (ALDAYA, BAENA y EWERT, en prensa).

Salvada esta dificultad, ya no existe ningún problema serio que impida extender la correlación entre los meridianos de Berja y Almería.

#### LA SECUENCIA DEL MANTO DE MURTAS AL OESTE DEL RIO GRANDE DE ADRA

El Manto de Murtas comienza con una formación basal de micasquistos granatíferos, grafitosos en muchos sectores, que admiten niveles de esquistos cuarcíticos y cuarcitas micáceas. Al Sur de Murtas aparecen algunos niveles de gneiss, intercalados entre los micasquistos.

Los minerales que componen estas rocas son: cuarzo, mica blanca, clorita, biotita (frecuentemente alterada a penninita), oligoclasa, granate (de

la serie almandino-espessartita), andalucita, óxido de hierro y grafito. Los niveles más bajos contienen, además, estaurrolita. En menor cantidad se encuentra cloritoide y en mucha menor proporción, turmalina, circón, apatito, esfena y clinzoisita.

Sigue una formación constituida por esquistos biotíticos más o menos cuarcíticos que alternan con micasquistos y cuarcitas micáceas. Es una formación mucho menos grafitosa, de tonalidades más claras. Los niveles de micasquistos poco cuarcosos son menos frecuentes, y abundan más las cuarcitas micáceas o esquistos cuarcosos. Pero no se llegan a encontrar cuarcitas puras.

Los minerales que aparecen son: cuarzo, mica blanca, clorita, biotita (parcialmente penninitizada), albita, andalucita, cloritoide, óxido de hierro y, en mucha menor proporción, epidota (pistacita-clinzoisita), grafito, circón, turmalina, apatito y esfena. En la región situada inmediatamente al Norte y al Este del vértice Salchica (la cota más alta de la Sierra de Contraviesa) se intercalan varios bancos de mármoles grises, con algo de cuarzo y mica, que pueden alcanzar unas pocas decenas de metros de potencia.

El contacto entre ambas formaciones suele ser de despegue, pues la formación que ahora describimos es más competente, debido a su mayor contenido en cuarzo, que la de micasquistos con granate.

La edad de ambas formaciones es desconocida. Se admite que ambas puedan ser de edad paleozoica sin otro criterio que el de encontrarlas bajo una formación que es verosíblemente atribuible al Permotriás.

Esta formación pasa en aparente transición a la formación de filitas y cuarcitas. Se trata de una formación constituida predominantemente por filitas grises o azuladas y en algunos puntos oscuras, violáceas, rojizas o verdosas. Hacia la parte superior, las tonalidades violáceas, rojizas o púrpuras se hacen más abundantes, pero en ningún punto aparecen los niveles de areniscas rojas características del Manto de Félix. Con las filitas se intercalan niveles de cuarcitas micáceas, en general más claras. Localmente aparece algún lentejón de yeso primario.

Los minerales que constituyen estas rocas son: cuarzo, mica blanca (moscovita y paragonita), clorita, albita, calcita, óxidos de hierro y, en menor proporción, turmalina, apatito y circón. Existe también cloritoide, que no llega a la parte más alta de la formación, y, en los niveles más bajos, algo de biotita.

Esta formación es atribuida al Permotriás.

Sobre ella se sitúan las calizas y dolomías triásicas.

La superficie de corrimiento sobre la que ha deslizado este manto no está situada a un nivel fijo con relación a la serie. Su posición es variable, de modo que la base del manto no está constituida en todos los puntos por una misma formación. Según qué sector se considere podemos encontrar en la base materiales de cualquiera de las tres formaciones metapelíticas. Lo que no ocurre en ningún caso es que sean las calizas y dolomías triásicas las que se sitúan directamente sobre dicha superficie.

A su vez, también es variable el nivel al que se sitúa la superficie de corrimiento que limita este manto por arriba, es decir, la superficie de corrimiento sobre la que ha deslizado el Manto de Adra. Esta superficie llega a cortar el Manto de Murtas a niveles muy bajos, como ocurre unos tres kilómetros al Norte de Albuñol, donde los micasquistos grafitosos con granate y estauroлита de ambos mantos llegan a estar en contacto.

Aparte de las variaciones de espesor determinadas por la posición de las superficies de corrimiento, las formaciones metapelíticas experimentan importantes reducciones de espesor debido a fenómenos de estiramiento que han tenido lugar durante la tectónica de corrimiento. Esto ocurre, por ejemplo, en el sector situado al Sur de Murtas.

#### *La serie calizo-dolomítica del Manto de Murtas.*

El afloramiento que muestra la serie mejor desarrollada se encuentra en la región entre Adra y Berja, al este de la carretera Adra-Berja. La serie alcanza, en este sector, una potencia de aproximadamente 600 metros.

Está compuesta por las siguientes formaciones:

##### a) Calcoesquistos y calizas tableadas.

Representa la transición entre la formación de filitas y cuarcitas y la serie calizo-dolomítica. La formación empieza por una alternancia de filitas y calcoesquistos amarillentos o grisáceos, bien recristalizados, y con un contenido en materiales terrígenos (cuarzo y mica fundamentalmente) relativamente elevado. La fracción filitosa se va perdiendo paulatinamente hacia arriba, aparecen las calizas tableadas y finalmente se pasa al material carbonatado.

En general, las calizas y dolomías del Manto de Murtas están fuertemente recristalizadas (sector de Murtas) e incluso llegan a ser verdaderos mármoles (sector situado entre Calahonda y Castell de Ferro).

El contacto entre esta formación y la de filitas y cuarcitas está generalmente tectonizado, pues es un contacto de despegue debido a la gran diferencia de competencia que existe entre ambos conjuntos litológicos (2).

Por ello, los calcoesquistos y calizas tableadas pueden estar muy tectonizados, reducidos e incluso pueden faltar en grandes extensiones.

##### b) Dolomías de la formación del "Cerro de Minas".

La formación del "Cerro de Minas" se puede dividir en tres partes y tiene en total una potencia de unos 400 metros.

El tramo inferior está compuesto por doloesparitas y dolomicritas grises con restos de fósiles indeterminables. En la mayoría de los casos se advierten solamente sombras de fósiles y de "pellets" debido a la recristalización de estas dolomías.

El tramo medio, que normalmente alcanza unos 50 metros de potencia, está constituido por una alternancia de dolomías y calizas en las que se pueden observar algunos pliegues de "slumping" y niveles de brechas sedimentarias.

Un tramo exclusivamente dolomítico termina la formación del "Cerro de Minas". Son doloesparitas oscuras con abundantes estructuras "franciscana" y texturas geopetales que indican una polaridad normal de la serie en esta región. En este tramo superior de la formación del "Cerro de Minas" hay algunos yacimientos de galena y de fluorita. Son yacimientos insignificantes de removilizaciones epigenéticas.

##### c) La formación superior.

La formación superior es la más heterogénea. Se trata predominantemente de sedimentos calizos con mayor o menor contenido en margas y con algunas intercalaciones dolomíticas.

#### *La edad de la serie calizo-dolomítica del Manto de Murtas.*

Aun no hemos podido conseguir determinaciones de la edad de la serie calizo-dolomítica del Manto de Murtas mediante fósiles. Pero sin embar-

(2) La importancia de este despegue durante la tectónica de corrimiento puede haber sido considerable. Un determinado contacto entre filitas y rocas carbonatadas puede aparecer hoy como una transición normal. Pero incluso en tal caso no se puede establecer que las posiciones relativas actuales de ambos conjuntos sean las originales, pues la superficie de despegue puede situarse, localmente, por debajo de los niveles de calcoesquistos.

go hemos encontrado una semejanza sorprendente entre el desarrollo de las facies carbonatas de este manto y las del Manto de Lújar, del cual disponemos de algunas dataciones. Según esta comparación la formación del "Cerro de Minas" sería atribuible al Ladiniense superior y la formación superior al Carniense inferior (3). Se puede establecer como regla general que la potencia del Triás carbonatado aumenta hacia el Oeste.

#### LA SECUENCIA DEL MANTO DE FELIX

Ha sido descrita con detalle por JACQUIN (1970), tomando como serie tipo la del "klippe" sobre el que se asienta el pueblo de Félix. En este lugar falta la base de micasquistos que aparece en el "klippe" situado a tres kilómetros al ENE de Fondón (kilómetro 39,5 de la carretera de Fondón a Canjáyar).

Tras una detallada revisión en el campo y en lámina delgada, creemos que las descripciones de Jacquin son correctas, con las salvedades expresadas anteriormente.

La base constituida por micasquistos que muestran la siguiente composición: cuarzo, biotita fuertemente alterada a clorita, moscovita y, como accesorios, estauroлита, distena, granate, turmalina y, en algunas muestras, grafito (op. cit., pág. 128). Nosotros no hemos conseguido encontrar granate, estauroлита ni distena.

La formación de filitas y cuarcitas es la que normalmente constituye la base de los "klippes" del Manto de Félix. El aspecto y composición de estas filitas no difieren de los ya descritos en el Manto de Murtas.

Son de tonos generalmente grises y azulados. Hacia la parte alta los tonos violáceos, rojizos o púrpuras se hacen frecuentes hasta llegar a ser dominantes, tal y como afirma Jacquin que ocurre en las proximidades de Félix (op. cit., pág. 118).

Estos términos filitosos más altos, hacia arriba pasan rápida y gradualmente a pelitas y areniscas rojas y rosadas, que constituyen la parte superior de la formación. Este último tramo puede superar los 40 metros de potencia. En él se intercalan delgados niveles de pelitas verdes, alguna cuarcita, calizas y pelitas más o menos carbonatadas.

(3) Véase, entre otros, EWERT (1976) y EWERT y NAVARRO-VILA (1979).

Esta parte superior ha sido muy bien descrita por Jacquin (op. cit.; véase, a modo de ejemplo, la columna de la lámina XVI).

El metamorfismo aquí es casi imperceptible. Pero sería difícilmente hablar de una "desaparición brutal" del metamorfismo, o de la deformación (op. cit., página 121). En efecto, aún en las rocas más altas de esta secuencia se advierten algunos cristales de mica neoformados (algunos de ellos ha crecido sobre la  $S_2$ ), algunas recristalizaciones en los granos de cuarzo, deformaciones en los granos de cuarzo (estrías de Böhm, microfaturas que encierran inclusiones fluidas alineadas y que son paralelas en granos diferentes, o extinción ondulante) y depósitos de óxidos de hierro en superficies de esquistosidad muy poco marcadas. Aunque es cierto que todos estos rasgos se presentan cada vez con menos intensidad según se asciende en los últimos metros de esta secuencia. En cualquier caso es un criterio que hay que manejar con cuidado pues no es imposible que entre las filitas y los niveles pelíticoareniscosos, más competentes como conjunto litológico, hayan tenido lugar movimientos de despegue.

En las filitas se intercalan importantes masas de yeso primario.

Esta formación ha sido atribuida por todos los autores al Permo-Werfeniense (4).

Sobre ella se sitúa un delgado caparazón fundamentalmente dolomítico sobre el que, localmente, Jacquin ha encontrado calizas con Gasterópodos y Myophorias, que verosilmente pertenecen al Triás medio-superior.

Tras algunas consideraciones que no vamos a transcribir, Jacquin (op. cit., pág. 139) llega a la conclusión de que la falta de la base de micasquistos en la mayoría de los "klippes" se debe a un cambio de nivel de la superficie de corrimiento. Nosotros estamos de acuerdo con esta interpretación.

#### *Extensión del Manto de Murtas al Este de la Sierra de Gádor.*

BAENA y VOERMANS (en prensa) han realizado la hoja de Almería (1045). Sobre el Nevado-Filábride que constituye el núcleo de la antiformal de la

(4) Preferimos utilizar el término Permotriásico, pues cada vez parece más claro el carácter diacrónico de la superficie de contacto entre la formación de filitas y cuarcitas y la secuencia carbonatada. No está claro, en modo alguno, que la base de la secuencia carbonatada represente el techo del Werfeniense en toda la región.

Sierra Alhamilla, sitúan una única unidad alpujárride, la Unidad del Aquilón, que atribuyen al Manto de Murtas. Se trata de una sucesión típicamente alpujárride con una base ampliamente desarrollada de micasquistos con granate. Nosotros hemos realizado una breve visita a la Sierra Alhamilla en compañía de estos autores y su interpretación, en principio, nos parece correcta.

Por otra parte, JACQUIN (1970, págs. 221 y sig.) aduce razones en favor de la atribución al Manto de Gádor de la unidad que en la Sierra Alhamilla contiene las mineralizaciones de Coto Laísquez. Muy recientemente, O. J. SIMON (5) (com. oral) nos ha informado de que, tras recientes investigaciones, ha confirmado la existencia de dos mantos alpujárrides en la Sierra Alhamilla. El más bajo es correlacionable con el que constituye la Sierra de Gádor. Aflora al Norte de la Sierra Alhamilla y en la zona oriental, concretamente en el sector de Coto Laísquez.

Sobre él se sitúa la unidad que BAENA y VOERMANS atribuyen al Manto de Murtas y que en opinión de O. J. SIMON es correlacionable con el Manto de Félix.

#### La zona de escamas de Yátor.

En los sectores indicados en el mapa, encima de los materiales alpujárrides que descansan sobre el borde meridional del Nevado-Filábride, se sitúan varias unidades de escasa potencia, limitadas por superficies que buzanan fuertemente hacia el Sur. Los materiales que las constituyen son micasquistos con biotita y micasquistos con granate. Aparecen, también, en algunas de las escamas, delgados paquetes de filitas, coronados en algunos puntos por pequeños niveles de mármoles. Todos estos materiales son típicamente alpujárrides y semejantes a los que constituyen los Mantos de Murtas o de Adra.

Aún no está totalmente terminada la cartografía de esta zona, realmente muy compleja, ni disponemos aún de una hipótesis genética. El término de escamas se ha aplicado con un sentido puramente geométrico. Según estudios en curso de realización por uno de nosotros (F. A.), esta tectónica afecta al Mioceno Superior.

#### CORRELACION DE LOS MANTOS DE MURTAS Y FELIX

El Manto de Murtas, se extiende en continuidad formal desde la localidad de Murtas hasta los afloramientos situados al Este del río Grande de Adra e inmediatamente al Sur de la cuenca neógena de Ugíjar, así como hasta el sector situado al Sur de Berja.

Se extiende sobre el Manto de Alcázar, que es discontinuo y de espesor muy variable. En grandes extensiones en las que falta éste último, el Manto de Murtas se apoya directamente sobre el Manto de Lújar. Así ocurre, por ejemplo, en la esquina NW de la Sierra de Gádor (en el meridiano de Berja aproximadamente) y, en grandes extensiones, en la ventana tectónica de Albuñol. Salvadas ciertas dificultades cartográficas, creemos que no existen problemas de correlación entre este sector y las inmediaciones de Motril.

Desde los afloramientos situados al Norte de Berja hasta los que se encuentran inmediatamente al ENE de Fondón, la distancia existente es de unos siete kilómetros y la posición tectónica es la misma: en ambos casos los "klippes" correspondientes se sitúan sobre el Manto de Lújar. Los que existen cerca de Fondón, presentan una base de micasquistos con biotita (y quizá con minerales de más alto grado de metamorfismo) que apoyan esta correlación.

En este sector comienzan a aparecer los primeros términos de areniscas y pelitas rojas, que se sitúan entre la formación de filitas y cuarcitas y las dolomías triásicas.

Desde aquí hacia el Este se suceden una serie de "klippes". En el primero de ellos (de forma alargada y de dirección aproximada ENE-WSW, hacia el centro del borde septentrional de la Sierra de Gádor) hemos encontrado una muy delgada base de micasquistos con biotita, de poca extensión. En los situados más hacia el Este desaparece la base de micasquistos y adquieren más importancia los términos de areniscas y pelitas rojas. También están situados todos ellos a escasas distancias entre sí, en todos los casos descansan directamente sobre el Manto de Lújar y presentan los mismos materiales.

Creemos, pues, que se puede afirmar que se trata de una sola unidad tectónica que presenta algunos cambios, bien en cuanto a las facies, bien en cuanto al nivel a que la ha cortado la superficie de corrimiento sobre la que se ha trasladado.

(5) Geologisch Instituut der Universiteit. Amsterdam.

Proponemos para ella el nombre de Manto de Murtas, pues siendo ambas denominaciones casi de la misma época, es en el sector de Murtas donde la serie exhibe mayor número de términos, incluyendo los micasquistos pre-permotriásicos.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALDAYA, F.: *Los Mantos Alpujárrides al Sur de Sierra Nevada (Zona Bética, prov. Granada)*. "Acta Geol. Hisp.", IV, núm. 5, pp. 126-130 (1969 a).
- ALDAYA, F.: *Los Mantos Alpujárrides al Sur de Sierra Nevada*. "Tesis Univ. de Granada". Mem. inéd., 527 p. (1969 b).
- ALDAYA, F.: *Hoja de Albuñol (1056)*. Mapa Geol. España 1:50.000, 2.ª serie (en prensa), I. G. M. E.
- ALDAYA, F.; DÍAZ DE FEDERICO, A.; GARCÍA-DUEÑAS, V.; NAVARRO-VILÁ, F.; MARTÍNEZ-GARCÍA, E., y PUGA, E.: *Hoja de Lanjarón (1042)*. Mapa Geol. España, 1:50.000, 2.ª serie (en prensa), I. G. M. E.
- ALDAYA, F.; BAENA, J. y EWERT, K.: *Hoja de Adra (1044)*. Mapa Geol. España, 1:50.000, 2.ª serie (en prensa), I. G. M. E.
- ALDAYA, F. y GARCÍA-DUEÑAS, V.: *Les séquences lithologiques des nappes alpujárrides au Sud et au Sud-Ouest de la Sierra Nevada (Cordillères Bétiques, Andalousie)*. "Bull. Soc. Geol. France" (7). T. XVIII, núm. 3, páginas 635-639 (1976).
- BAENA, J. y EWERT, K.: *Hoja de Roquetas de Mar (1058)*. Mapa Geol. España, 1:50.000, 2.ª serie (en prensa), I. G. M. E.
- BAENA, J. y VOERMANS, F.: *Hoja de Almería (1045)*. Mapa Geol. España, 1:50.000, 2.ª serie (en prensa), I. G. M. E.

BAENA, J. y VOERMANS, F.: *Hoja de Almería (1044)*. Mapa Geol. España, 1:50.000, 2.ª serie (en prensa), I. G. M. E.

BEMMELLEN, R. W. VAN: *Bijdrage tot de geologie der Betsische Ketens in de provincie Granada*. "Proefschrift Delft.", 176 pp. (1927).

COPPONEX, J.: *Observations géologiques sur les Alpujárrides occidentales (Cordillères Bétiques, Espagne)*. "Thèse Genève", núm. 1276, 130 pp. (1958). También en: "Bol. I. G. M. E.", t. LXX, pp. 79-208, 1959.

EWERT, K.: *Estratigrafía, litología y mineralizaciones del Manto de Lújar (Zona Bética)*. "Studia Geol. Univ. Salamanci", XI, pp. 109-120 (1976).

EWERT, K. y NAVARRO-VILÁ, F.: *La correlación estratigráfica entre los mantos de Lújar y del Zuherio definidos al S y N de Sierra Nevada (Alpujárrides, Cordilleras Béticas)*. "Bol. Geol. y Min." (1979).

JACQUIN, J. P.: *Répartition géographique et lithostratigraphique des minéralisations de la Sierra de Gádor (Almería, Espagne)*. "Chron. Mines et Rech. Min.", núm. 376, pp. 230-243 (1968 a).

JACQUIN, J. P.: *Données nouvelles sur la géologie de la Sierra de Gádor*. "Bull. Féd. Soc. Hist. Nat. de France Compté". T. LXX, núm. 4, Nlle. série pp. 1-6 (1968b).

JACQUIN, J. P.: *Contribution à l'étude géologique et minière de la Sierra de Gádor (Almería, Espagne)*. "Tesis Nantes", 501 p. (1970).

OROZCO, M.: *Los Alpujárrides en Sierra de Gádor occidental*. "Tesis. Univ. Granada". Secret. de Publicaciones, 379 p. (1972).

WESTERVELD, J.: *De bouw der Alpujarras en het tektonisch verband der oostelijke betische ketens*. "Proefschrift Delft.", 120 p. (1929).

Recibido: febrero 1978.

## Consideraciones tectónicas sobre las fases tardías en Galicia Oriental

Por O. APALATEGUI (\*)

### RESUMEN

Como consecuencia del estudio que el IGME lleva a cabo en Galicia, dentro del Proyecto MAGNA, se ha llegado a una nueva concepción respecto a la actuación de las últimas fases Hercínicas.

La finalidad de este artículo es poner en evidencia ciertas anomalías entre dichas fases e intentar establecer sus relaciones, lo cual nos va a proporcionar algunos datos sobre la evolución de los últimos movimientos Hercínicos.

### ABSTRACT

As a result of the study that the IGME is carrying out in Galicia, as part of the Plan MAGNA, a new concept of the last phases of the Hercynian has been reached.

The purpose of this article is to show certain analogies between these phases and try establish their relationships, which will usdata concerning the last movements of the Hercynian.

Ultimamente algunas de las estructuras atribuidas habitualmente a la segunda fase como el anticlinal del Olló del Sapo se interpretan actualmente como pliegues de la fase I tocados por fases tardías. APALATEGUI, O., 1977, MARTÍNEZ, C. y al 1977; este hecho ha llevado a proponer a este último autor un modelo de Galicia donde se interpretan los rasgos estructurales más sobresalientes en función de dicha primera fase.

En mi opinión se han menospreciado las últimas fases Hercínicas, las cuales pueden alcanzar gran desarrollo como sucede en la zona del Olló de Sapo, donde después de la primera fase puede verse una segunda fase que llega a dar localmente esquistosidad de flujo y una tercera fase con esquistosidad de fractura.

En este artículo se van a analizar las deformaciones tardías en la zona del Olló del Sapo que como veremos son bastantes complejas, y se va a comparar con zonas limítrofes, lo cual nos va a permitir interpretar los últimos plegamientos Hercínicos en función de un único proceso tectónico que como se verá

(\*) INGEMISA, Córdoba.

es un movimiento E-W de la corteza que nos va a llevar a definir una zona de subducción menor al W del anticlinal del Olló de Sapo, e interpretar algunas de las estructuras más importantes en función de este movimiento.

Para ello dividiremos el área en estudio en una serie de dominios donde tendremos en cuenta por un lado la posición de los pliegues de primera fase y por otra parte la geometría de los últimos pliegues.

Ultimamente Martínez C. y al han sugerido que la primera fase presentaba originalmente unas zonas horizontales que pasan gradualmente a zonas más verticalizadas donde su deformación es menor.

Estamos de acuerdo en que el Domo de Lugo representa una zona de mayor deformación que las zonas más orientales y que esto sea la causa de las distintas posiciones de los pliegues, sin embargo, parece poco lógico que una estructura como el anticlinal del Olló de Sapo que se sigue durante más de 300 kilómetros (debe tener un flanco invertido muy desarrollado), represente una zona de menor deformación que el Domo de Lugo, máximo cuando el estiramiento paralelo a "b" que se ve en dicha zona es debido casi seguro al estiramiento suplementario a

que se someten las capas al tener que describir la virgación Hercínica.

En definitiva, estamos de acuerdo con la posición de los pliegues de la fase I que proponen dichos autores aunque la causa de la verticalización en la zona del Olló del Sapo representa un problema que puede que esté relacionado con la localización de las zonas de subducción durante dicha fase.

Las zonas que hemos definido son de Oeste a Este las siguientes:

Zona A (ver figura 1).

Se integra dentro de esta zona una serie de estructuras como el anticlinal del Olló del Sapo y Sinclinal del Sil, limitadas al Oeste por el complejo granítico de Chantada-Eaboada y al este por el Domo de Lugo y el Anticlinal del Caurel. Se caracteriza esta zona por la presencia de materiales propiamente sedimentarios del Paleozoico inferior y medio donde suelen faltar los sedimentos Cámbricos y que reposan sobre una formación porfiróide (Olló de Sapo) posiblemente vulcano-sedimentaria atribuida habitualmente al Precámbrico (PARGA PONDAL, MATTE y CAPDEVILLA, 1964).

Desde un punto de vista estructural y para esta zona hemos distinguido las siguientes fases de deformación.

*Fase I.*—Se trata de una fase de pliegues tumbados, acompañados de una esquistosidad de flujo muy marcada (S1), con flancos invertidos bien desarrollados (10-11 kilómetros en la zona de La Rúa como mínimo) y con vergencia hacia las zonas internas del arco.

*Fase II.*—Se manifiesta dando pliegues bastantes apretados de geometría tipo chevrón y acompañados de una esquistosidad de fractura generalmente limitada a las zonas de charnela (S2). Al Sur del Barco de Valdeorras hemos reconocido una serie de estructuras de esta fase en las proximidades del río Jares (Pliegues de Barja). Aquí el plano axial de los pliegues es próximo a la vertical, no obstante hay que indicar que estas estructuras se encuentran en una zona de charnela de un gran pliegue de fase III; para poder determinar la posición inicial de los planos axiales y la vergencia de los pliegues de Fase II es necesario sustraer los efectos de la última Fase (III); tal como se expresa en la figura 2.

Aquí vemos que las relaciones de flanco de las estructuras de segunda fase, indican vergencia contraria a la Fase I, es decir, hacia las zonas externas del arco.

Según este esquema los pliegues que se observan en la cuarcita Armoricana en las proximidades de Barja y que actualmente se nos presente como una antifirma y una sinforma de plano axial vertical, son respectivamente un sinclinal y un anticlinal de segunda fase que han sido verticalizados por la actuación de la Fase III (fig. 3). En definitiva, lo que se propone es que las interferencias entre pliegues de Fase II y Fase III son tales que van a dar pequeñas estructuras del tipo de cabeza buzantes.

Los pliegues de fase segunda que acabamos de describir se encuentran en el flanco invertido del anticlinal del "Olló de Sapo"; estructuras similares aunque no cartografiadas hemos visto en la prolongación de dicho flanco en la zona de Puebla de Trives, y en el flanco normal en la zona de Cabeza de Manzaneda.

Asimismo en el V Congreso del Noroeste ha sido propuesta por Iglesias, M. una interferencia fase I fase II en el flanco normal de dicho anticlinal en la zona de Biana del Bollo que viene a confirmar el modelo que proponemos.

En las proximidades de Guntín esta fase presenta una esquistosidad de fractura bastante generalizada, puede incluso ser de flujo y aparece entre las fallas de Vivero y el macizo granítico de Chantada-Taboada; como sucedía en el caso anterior está subverticalizada por la actuación de la tercera fase Hercínica.

*Fase III.*—Da pliegues de geometría chevrón y kink observables tanto a escala mesocópica como cartográfica, presentando localmente una esquistosidad de fractura subhorizontal (S3) con vergencia hacia las partes externas del arco, estando relacionada con la verticalización o enraizamiento de las estructuras de la primera fase.

La actuación de esta fase en las proximidades del Barco de Valdeorras es conocida y remitimos al lector al "Boletín del IGME" de mayo de 1977.

En las proximidades de Guntín esta fase aparece en el bloque occidental de la falla de Vivero, con clara vergencia hacia las zonas externas del arco y en relación espacial con el enraizamiento de las estructuras de fase I; esta esquistosidad ha sido interpretada por MATTE, P., 1968 y MARTÍNEZ, C., 1977 como una esquistosidad asociada a fenómenos distensivos en relación con la falla de Vivero que ha jugado como falla normal en los últimos momentos de la evolución Hercínica.

Nuestra idea es actualmente que se trata de la última fase retrovergente, perfectamente correlacio-

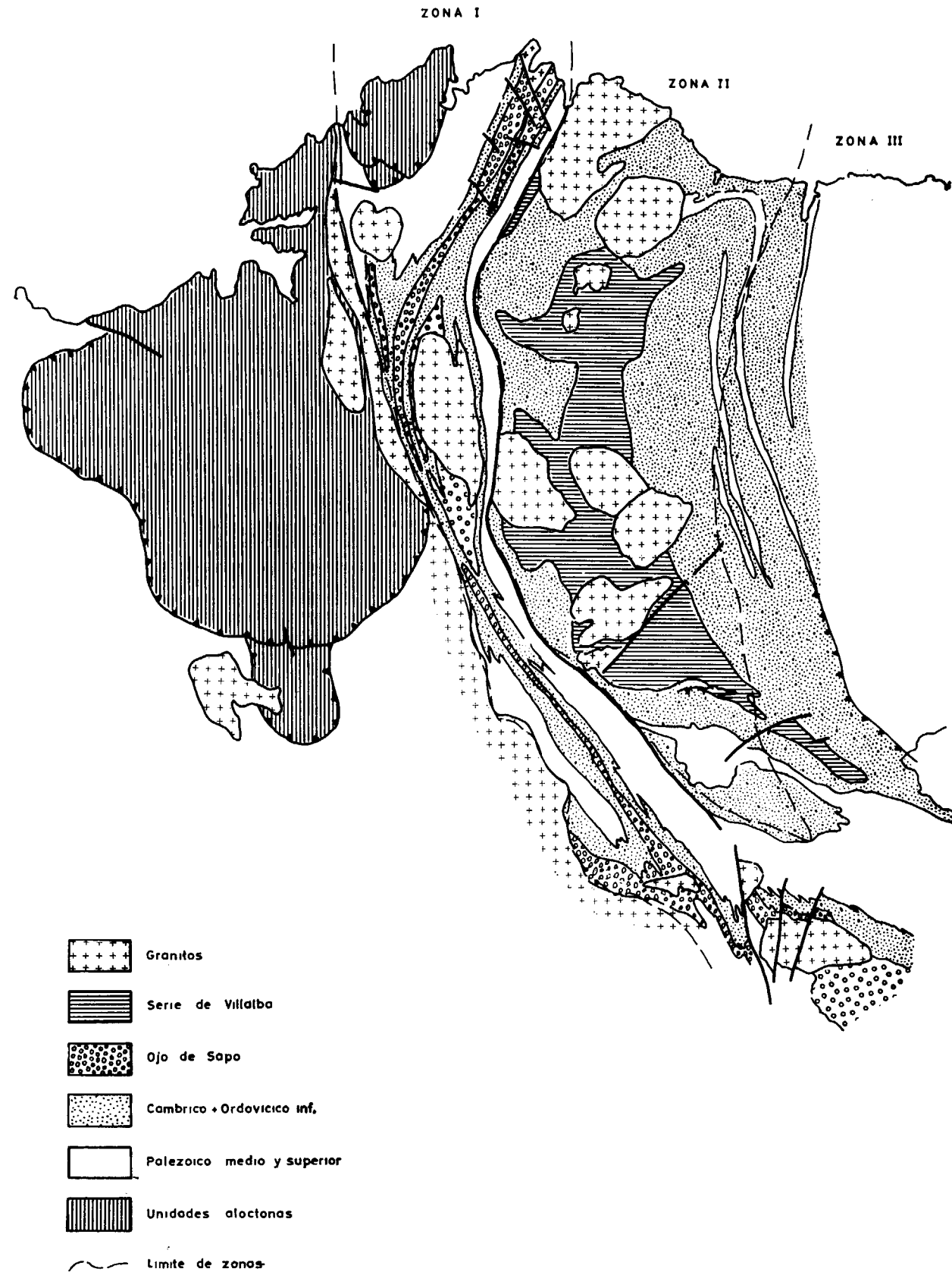


Fig. 1

nable con la definida en la zona de El Barco, aunque en esta zona no se llega a una inversión clara de las estructuras anteriores. E incluso no creemos que sea necesario aceptar que dicha fractura haya jugado como falla normal, como veremos esta fractura representa una zona de subducción menor que pone en contacto un sinclinal con materiales del Silúrico y el flanco normal de un anticlinal con materiales del Cámbrico.

La geometría de estos pliegues y su longitud de onda es función de la roca plegada, APALATEGUI, O. (1977); por otra parte los planos axiales suelen materializarse por una inflexión de las capas, y sólo a veces hay desplazamientos a lo largo de dichos planos; es por lo que pensamos que estos pliegues se han formado por buckling como consecuencia de un acortamiento horizontal cuando las capas estaban inicialmente inclinadas (según Anderson las bandas forman un ángulo de  $120^\circ$  con la dirección de máximo acortamiento), ver figura 4.

Por último hay que decir que este acortamiento produce un aplastamiento complementario en los pliegues anteriores.

#### Consideraciones sobre las Fases II y III.

Los aspectos más destacables en cuanto se refiere a dichas fases son los siguientes:

- Existe una íntima relación espacial entre ambas generaciones de pliegues.
- Sus direcciones axiales al menos en las zonas que hemos observado son muy próximas.
- Ambas tienen vergencia hacia las zonas externas del arco y una geometría muy parecida.
- Presentan una esquistosidad de fractura muy parecidas.
- Ambos pliegues se forman entre el emplazamiento de las dos generaciones de granodioritas definidas en Galicia.

Para explicar la presencia de estos pliegues que cumplen las anteriores características y teniendo en cuenta que el problema se puede reducir a establecer las relaciones entre unas superficies ( $S_0$  y  $S_1$ ) y los ejes del elipsoide de esfuerzos tenemos dos soluciones:

- Suponer que hay dos fases de deformación que obedecen a movimientos tectónicos independientes, y que van a originar dos generaciones distintas de pliegues.
- Existe una única fase de deformación con ejes tectónicos definidos y que permanece invariable du-

rante todo el proceso; simultáneamente las capas sufren un giro pasando a una posición más verticalizada inclinándose hacia las zonas externas del arco. Dicho de otra forma, podemos cambiar la posición del elipsoide de esfuerzo o bien mantener el elipsoide fijo y variar la posición de las capas respecto a él.

Esta segunda solución expresa de forma esquemática sería la siguiente (fig. 3).

- Proceso de deformación que da una primera generación de pliegues con vergencia hacia las zonas externas del arco.
- Giro de las capas que pasan a una posición más verticalizada, inclinándose hacia las zonas externas del arco.
- Mismo proceso que en apartado a) que al encontrar  $S_0$  y  $S_1$  en distinta posición va a producir una nueva generación de pliegues con misma vergencia.

De estas dos soluciones la que mejor explica las características apuntadas más adelante y sobre todo la íntima relación espacial y temporal entre ambas, es la segunda.

Es por lo que nos inclinamos por dicha solución; es decir, que los pliegues que nos han llevado a definir la segunda y tercera fase son en realidad el resultado de un único proceso de deformación continua y de un giro (como veremos más adelante el proceso es un acortamiento horizontal próximo a E-W y el giro está condicionado por el hundimiento de las capas hacia una zona de subducción).

Aunque hemos expresado la evolución de forma discontinua creemos que ambos procesos actúan a la vez, es decir, que las capas no sólo se están plegando como respuestas a unos esfuerzos sino que simultáneamente van girando, con lo cual su posición respecto a los ejes de esfuerzo va a ir desviándose hasta provocar una nueva generación de pliegues (si no existiera el giro sólo se formaría una familia de pliegues más desarrollados).

Zona II.—Esta zona está constituida por el Domo de Lugo, pliegues tumbados de Mondoñedo, Barralla, Becerra y hacia el Sur por el pliegue tumbado del Caurel (coincide esta zona con la denominada Matte, P., zona de los pliegues tumbados).

Esta zona se conoce perfectamente desde los trabajos de MATTE, P. (1968) y últimamente ha sido revisada durante la realización del Mapa de Galicia cuyos datos ha sintetizado MARTÍNEZ CATALÁN y al (1977)

Aunque como hemos dicho esta zona es conocida y remitimos al lector a los trabajos de dichos auto-

res vamos a exponer de forma somera los rasgos más sobresalientes que son: presencia de un Paleozoico inferior y medio con desarrollo de las series Cámbricas que son de tipo, plataforma, y que descansan sobre una serie grauwackica (serie de Villal-

los 20 kilómetros, presencia de ejes curvos (zona de Puestomarín) y estiramiento máximo paralelo al eje *b* de los pliegues; se admite que en esta zona los pliegues eran originalmente horizontales.

Posteriormente estas estructuras están tocadas

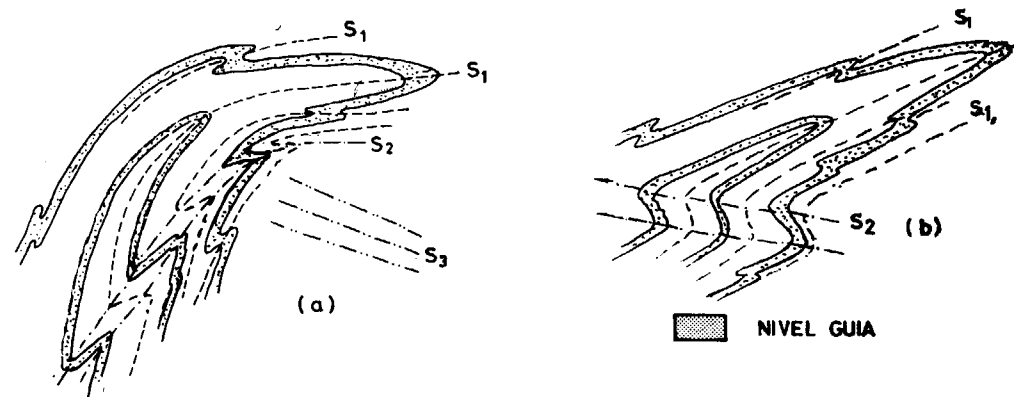


Fig. 2 a).- Esquema donde se reflejan las interferencias entre las fases I, II y III

b).- Mismo esquema que el anterior donde se han sustraído los efectos de la tercera fase, como se ve la vergencia de la fase II es contraria a la fase I.

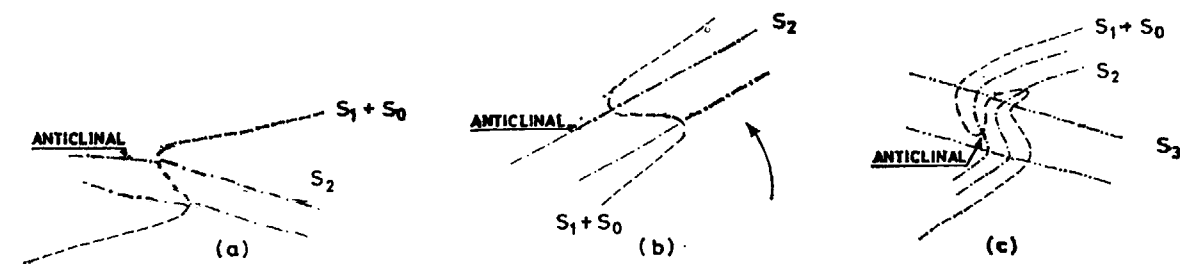


Fig. 3 a).- Pliegues con geometría retrovergente acompañados de esquistosidad de fractura ( $S_2$ )

b).- Rotación de las capas

c).- Mismo proceso que en el apartado a) con generación de una nueva esquistosidad ( $S_3$ ) los pliegues anteriores sufre un aplastamiento complementario.

ba) atribuida al Precámbrico Superior (BARROIS, 1882, CAPDEVILLA, 1969).

Estructuralmente esta zona se caracteriza por un gran desarrollo de las estructuras de primera fase, con flancos invertidos que pueden ser superiores a

por pliegues cilíndricos de amplio radio y plano axial vertical que describen una antifirma al Oeste (Domo de Lugo) y una sinforma al Este (sinforma sincinal de Baralla, sinforma anticlinal de Mondoñedo, etc.).

El tránsito de la zona I a la zona II es más bien gradual salvo en el borde occidental del Domo de Lugo donde ambas zonas se ponen en contacto mediante la falla de Vivero.

Hacia el Sur-Este esta zona se va estrechando progresivamente hasta desaparecer al Norte del Barco de Valdeorras más o menos donde cierra el anticlinal del Caurel (ver fig. 1).

Zona III.—Está constituida por una serie de dominios (Navia, Eo, Peñalva y Trucha) que ocupan el borde más oriental de la zona en estudio.

La Geología de estas áreas se conocen desde los trabajos de MATTE, P. (1968) MARCOS, A. (1973) y PÉREZ, E. A. (1975) y remitimos a los trabajos de estos autores para un conocimiento más profundo de ella; de todos formas los rasgos más sobresalientes son:

Presencia del Paleozoico inferior y medio con gran desarrollo de las series Cambro-Ordovícica y del Ordovícico medio y superior.

Desde el punto de vista estructural esta zona se caracteriza por el desarrollo durante la primera fase de pliegues con flancos invertidos poco desarrollados y con una geometría incompatible con una posición inicial horizontal. Posteriormente se desarrollan cabalgamientos en estado dúctil que crean bandas con esquistosidad y pliegues asociados que han sido interpretados bien como resultado de una cizalla (Marcos, A.), o bien por buckling dentro de una banda de shear (pliegue sintético) y por un movimiento retro de los cabalgamientos (pliegues antitéticos) (Pérez, E. A.).

Por último pueden verse una generación de pliegues con plano axial vergente hacia las zonas internas del arco y que son correlacionables con los descritos en la zona I. Estructuras de este tipo han sido expuestas por MARCOS, A. (1973) JULIVERT (1977) y nosotros los hemos visto en los montes Aquilianos entre el Sinclinal de Truchas y la Cuenca de Ponferrada (Magna, Hoja de Silvan).

*Los últimos movimientos Hercínicos; comparación entre los distintos dominios.*

Si centramos la atención en los últimos pliegues Hercínicos observados en las distintas zonas, en seguida podemos resaltar los siguientes hechos:

A) La zona donde las fases tardías se manifiestan como pliegues cilíndricos de amplio radio y de plano axial subvertical coinciden con las zonas

donde los pliegues de primera fase eran próximos a la horizontal (zona II).

B) Allí donde los últimos movimientos se manifiestan como pliegues retrovergentes de geometría tipo chevrón, la primera fase presenta una intensidad de deformación variable y sus planos axiales estaban originalmente inclinados.

C) La zona I (sobre todo el anticlinal del Olla del Sapo) representa una banda de mayor deformación donde se llegan a formar dos generaciones de pliegues en relación con estos movimientos, la primera de ellas formada cuando el orogeno estaba todavía caliente (produce un retrometamorfismo a facies, esquistos verdes y llega incluso a dar esquistosidad de flujo) (MATTE, P., 1968) y la segunda, sin embargo, sólo da esquistosidad de fractura y se forma en estado más avanzado del orogeno.

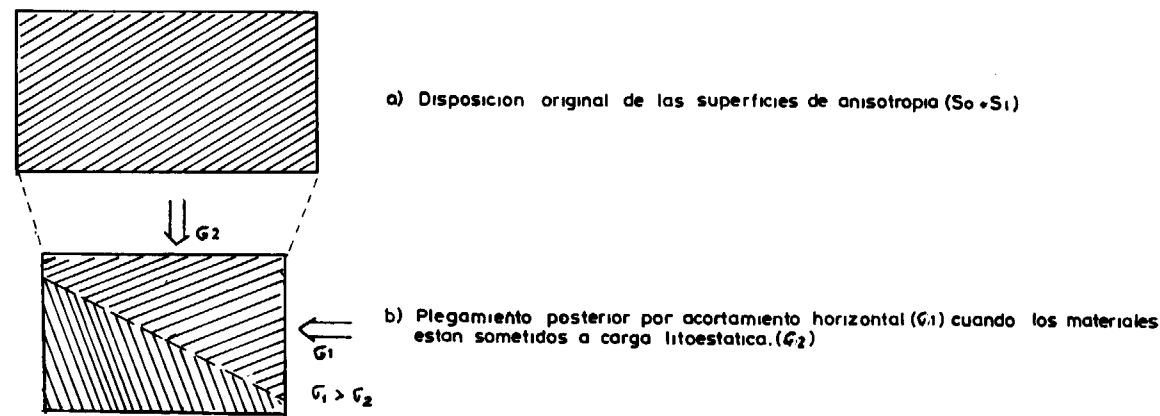
Estas bandas de mayor deformación se interpretan últimamente como zonas próximas a un plano de subducción, RAMSAY y GRAHAM (1970).

De lo expuesto hasta el momento se deduce que los amplios pliegues de plano axial vertical que caracterizan la zona II se han generado simultáneamente a los pliegues tipo chevrón retrovergentes que aparecen en las zonas I y III, representando la zona I una banda de mayor deformación.

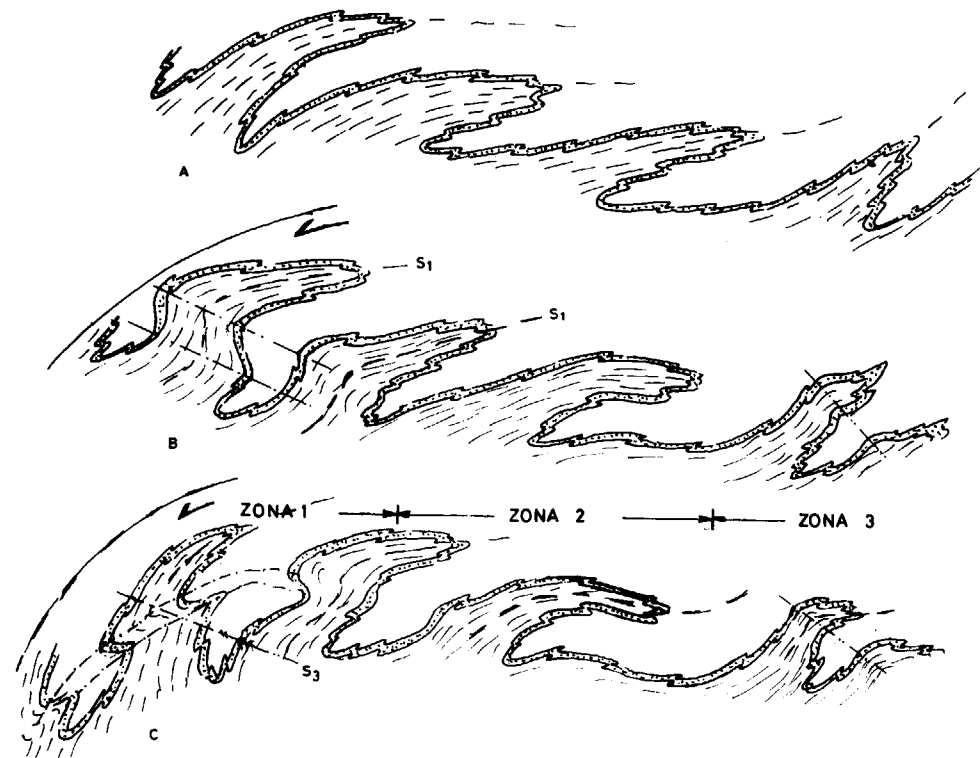
Esta hipótesis es viable si pensamos que estos pliegues se forman durante un acortamiento horizontal y la naturaleza y vergencia de dichos pliegues está condicionada por la posición inicial de las capas (ver fig. 5).

Como cabe suponerse y desde el momento que pensamos que todos estos pliegues se forman a la vez, el modelo que proponemos para la evolución de los últimos movimientos Hercínicos en Galicia Oriental es parecido al expuesto por MATTE, P. y RIBEIRO, A. (1975); en el que se proponía un acortamiento E-W de la cadena con movimiento hacia el W que va a ser responsable de los últimos pliegues Hercínicos y de un acentuamiento del Arco Astur-gallego.

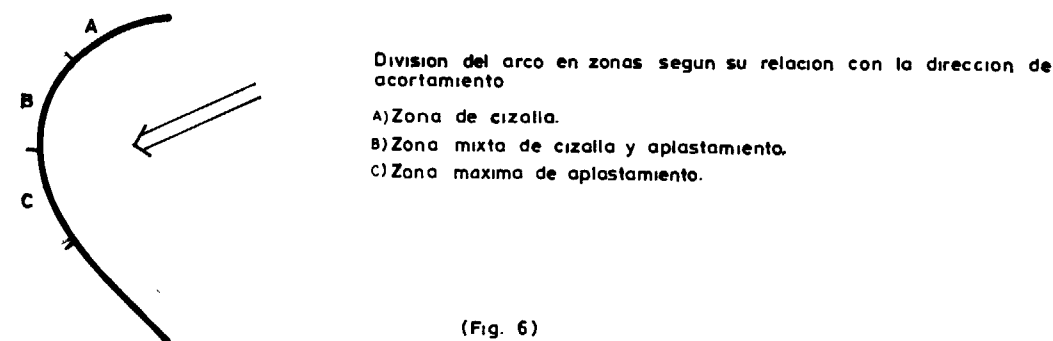
En nuestra opinión y para los últimos pliegues Hercínicos este modelo es totalmente válido, salvo que hay que tener en cuenta la posición inicial de las capas, y añadirse una zona de subducción situada al oeste del anticlinal del Olla de Sapo; esta zona de subducción estaría situada en la posición que actualmente ocupa la fosa blastomiforcítica, siendo la causante del giro de las capas (inclinación hacia las zonas externas del arco) que hacíamos mención anteriormente y que nos permitía explicar las dos generaciones de pliegues tardíos observados en la zona I.



(Fig. 4)



(Fig. 5)



(Fig. 6)

Tenemos que recordar que estamos interpretando los últimos movimientos Hercínicos y en consecuencia la zona de subducción definida tiene que funcionar hasta el momento en que se generaron los pliegues tardíos descritos en la zona interna.

La Falla de Vivero así como los cabalgamientos de las zonas más internas (la problemática entre estas estructuras y los pliegues asociados es muy parecida a la que acabamos de exponer para la zona de seducción-pliegues zona I) deben de representar zonas de consunción cortical de un orden aún inferior, que se originan como respuesta al movimiento de la corteza hacia el Oeste.

En resumen y para explicar todas las estructuras tardías observadas en Galicia Oriental proponemos un acortamiento E-W del orógeno con movimiento hacia el W que va a provocar, a) pequeñas zonas de consunción cortical (cabalgamientos en estado dúctil) y pliegues retrovergentes en la zona III; b) pliegues de amplio radio y plano axial vertical en la zona II (esta zona actúa como transmisora de los esfuerzos); y c) dos generaciones de pliegues retrovergentes (la primera en condiciones dúctiles) en la zona I donde las capas se sumergen hacia zonas más profundas en las proximidades de una zona de subducción.

*La dirección de máximo acortamiento y su relación con las zonas de subducción.*

Como se sabe las últimas estructuras describen el arco Astur-Gallego condicionado sin duda por la existencia de dicho arco antes de los últimos movimientos Hercínicos (MATTE, P., 1968).

Si tenemos inicialmente un arco y lo sometemos a un acortamiento habrá zonas donde el movimiento se manifieste como una cizalla (ver fig. 6) debido a que las capas eran paralelas a la dirección del movimiento; por el contrario en las zonas en que la dirección de dicho movimiento y las capas eran perpendiculares serán zonas donde el aplastamiento será máximo; en consecuencia será donde mayor desarrollo alcancen los últimos pliegues Hercínicos, y también coincidirá con las zonas de mayor consunción en caso que se desarrollen zonas de subducción.

El paso de una zona de cizalla a otra de aplastamiento será gradual y por tanto a lo largo del arco se darán todos los tránsitos de uno a otro.

Estos criterios son los que no han llevado a pensar que en esta zona el acortamiento es E-W ya que las fases retrovergentes donde alcanzan mayor desarrollo es en la zona del arco donde las estructuras son próximas a N-S, por otra parte la falla de Vivero que pensamos se trata de una zona de subducción menor es perfectamente visible en la parte central y se pierde cuando nos desplazamos hacia la rama suoriental del arco, indicándonos que aquí los pliegues tardíos asimilan perfectamente las tasas de acortamiento sin que tengan que intervenir mecanismos supletorios (una zona menor de subducción) que ayude a tal fin.

BIBLIOGRAFIA

APALATEGUI, O.: *Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Anticlinal del "Ollo de Sapo" y Sinclinal del Sil en las proximidades del Barco de Valdeorras.* "Bol. Geol. y Minero", t. LXXXVIII, III (1977).

ARTHAUD, F. y MATTE, PH.: *Les décrochements tardi-hercymiens du sud-ouest de l'Europe. Geometrie et essai de reconstitution des conditions de la deformation.* "Tectonophysics", 25, Elsevier Sc. Publish. Co. Amsterdam (1975).

BARD, J. P.; CAPDEVILA, R.; MATTE, PH., y RIBEIRO, A.: *Geotectonic Model for the Iberian Variscan Orogen.* "Nature Physical Science", vol. 241 (1973).

BEAR, A. J., NORRIS, D. R.: *Proceeding coferece on research in tectonicks (kink bands and brittle deformation).* Geol. Survey of Canada. Othawa (1968).

CAPDEVILA, R.: *Le metamorphisme regional progressif et les granites dans le segment hercynienne Galicie Nord-orientale (NW de l'Espagne).* Tesis doctoral. Fac. Sc. de Montpellier (1969).

CARDEVILLA, R. y FLOOR, P.: *Les différents types de granites hercymiens et leur distribution dans le Nord-Ouest de l'Espagne.* "Bol. Geol. y Min", t. LXXXI-II-III, Madrid (1970).

MARCOS, A.: *Las series del Paleozoico inferior y la estructura hercinica del occidente de Asturias (NW de España).* Trabajos de Geol. Fac. Cienc., Universidad de Oviedo, núm. 6 (1973).

MARTÍNEZ, C., GONZÁLEZ, L., IGLESIAS, P., DÍAZ BALDA: *La estructura del Domo de Lugo y del Anticlinorio del Ollo de Sapo,* "Studio Gelogico", XII (1977).

MARTÍNEZ GARCÍA, E.: *Mapa Geológico de España, a escala 1:200.000, Hoja núm. 18 (Ponferrada), IGME, Madrid (1972).*

MARTÍNEZ GARCÍA, E.: *El Silúrico de San Vitero (Zamora) comparación series vecinas e importancia orogénica.* "Acta Geol. Hispánica", año 7, núm. 4. Barcelona (1972).



- MATTE, PH.: *Sur la structure du Paleozoique de la Sierra de Caurel (NW de l'Espagne)*. C. R. Somm. Soc. Geol de France, fasc. 7, París (1963).
- MATTE, PH.: *Remarques preliminaires sur l'allure des plis hercyniens en Galicie orientale*. S. R. Acad. Sc. París, t. 259 (1964).
- MATTE, PH.: *La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne)*. Travaux du Laborat. de Geol. Fac. Sc. de Grenoble, t. 44 (1968).
- MATTE, PH.: *Les kink-bands. Exemple de deformation tardive dans l'hercynien du Nord-Ouest de l'Espagne*. "Tectonophysics", 7 (4). Elsevier Publish. Co. Amsterdam (1969).
- MATTE, PH. y CAPDEVILA, R.: *La structure de la chaîne hercynienne dans l'Est de la Peninsule Iberique*. C. R. Ac. Ec. París, t. 276 (1973).
- MATTE, PH. y RIBEIRO, A.: *Forme et orientation de l'ellipsoide de deformation dans le virgation hercynienne. Relations avec le plissement et hypotheses sur le genese de arc ibero-armoricain*. C. R. Acad. París (1975).
- NOLLAU, G.: *El desarrollo estratigráfico del Paleozoico en el Oeste de la provincia de León (España)*. Not. y Com. IGME, núm. 88, Madrid (1966).
- NOLLAU, G.: *Stratigraphie, Magmatismus und Tektonik der Montes de León zwischen Astorga und Ponferrada in Nordwest-Spanien*. "Geotekt, Forch", núm. 27, Stuttgart (1968).
- PARGA PONDAL, I.; MATTE, PH., y CAPDEVILA, R.: *Introducción a la geología de "Ollo de Sapo". Formación porphyroide antesilurienne du Nord-Ouest de l'Espagne*. Not. y Com. IGME, núm. 76, Madrid (1964).
- PÉREZ ESTAUN, A.: *La estratigrafía y la estructura de la rama sur de la zona astur-occidental, NW de España*. Tesis doctoral, Fac. Cienc. Universidad de Oviedo (1975).
- QUIRING, H.: *Die ruischen Geoldbrgwerke bei Astorga und ihre geologische position*. "Z. dt. Geol. Ges", volumen 190 (1957).
- RAMSAY, J. C. and GRAHAM, R. H.: *Strain variation in shear belts*. Canadá. J. Earth Sci (1970).
- RIEMER, W.: *Datos para el conocimiento de la estratigrafía de Galicia*. Not. y Com. IGME, núm. 81, Madrid (1966).

Recibido: diciembre 1977.

## Consideraciones tectónicas y cinemáticas en Galicia Oriental

Por O. APALATEGUI (\*)

### RESUMEN

Como consecuencia del estudio que el IGME lleva a cabo en Galicia dentro del Plan Magna, se ha llegado a una nueva concepción respecto a ciertos problemas estructurales.

La finalidad de este artículo, es exponer dichas ideas, e intentar establecer un modelo cinemático muy simple para esta zona del orógeno Hercínico.

### ABSTRACT

As a result of the study that the IGME is carrying out in Galicia as part of the Plan Magna, a new concept of certain structural problems has been reached.

The purpose of this article is showing these ideas, and to try to settle a very simple cinemathique pattern for this area of the Hercinian orogene.

En un artículo publicado por Boletín Geológico y Minero (marzo-abril 1978) analizábamos las deformaciones tardías en una amplia zona del orógeno Gallego, para ello dividimos el área en tres zonas diferentes que al menos desde el punto de vista de las deformaciones tardías presentan características propias, y que son las siguientes:

a) Zona externa: Se caracteriza por una etapa de cabalgamiento en condiciones semidúctiles y una fase posterior de pliegues retrovergentes.

b) Zona media: Caracterizada por amplios pliegues de plano axial subvertical (Domo de Lugo).

c) Zona interna: Esta zona era la más compleja, pensamos que existen dos fases de pliegues retrovergentes formados como consecuencia de un acortamiento E-W simultáneo a un giro de las capas.

Vimos también como los cabalgamientos de la zona externa, la falla de Vivero y la fosa blastomilónica son zonas de consunción cortical de distinta envergadura y que funcionan durante la formación de dichos pliegues, ayudándonos a interpretar los pliegues retrovergentes de la zona interna la cual se sitúa entre dos planos de subducción.

(\*) INGEMISA, Córdoba.

En definitiva y para todas las estructuras tardías visibles en Galicia proponíamos un esquema cinemático muy simple, que consistía en un movimiento hacia el oeste de la corteza, y que nos permitía explicar los pliegues retrovergentes sin tener que recurrir a un movimiento "retro" del orógeno.

En el presente artículo se intenta dar un esquema cinemático global para todo el orógeno, lo que nos lleva a abordar los siguientes temas:

- I) Evolución tardihercínica de los complejos máficos.
- II) Evolución de los complejos máficos durante la formación de las primeras estructuras.
- III) Esquema cinemático durante la formación de las primeras estructuras, su relación con los movimientos tardihercínicos.
- IV) El problema de los conglomerados preesquistosos.
- V) Evolución del orógeno.
- VI) Conclusiones.

### EVOLUCION TARDIHERCINICA DE LOS COMPLEJOS MAFICOS

Ya vimos como son las deformaciones tardías en la zona interna; vamos a hacer lo mismo con los complejos de rocas máficas, por último intentaremos relacionar ambos hechos, lo que nos va a proporcionar ciertos datos sobre la evolución de dichos macizos.

Los rasgos más sobresalientes de estos complejos son:

a) Las últimas estructuras son amplias sin formas de plano axial-subvertical que describen la virgación hercínica; a escala cartográfica y en la unidad de Ordenes (Hojas de El Pino y Arzúa), pueden verse pliegues de la esquistosidad con dirección N-S y de plano axial subvertical; en el complejo de Cabo Ortegal (Hoja de Cedeira) estos mismos pliegues toman una dirección N-30° E; son pliegues de geometría cilíndrica, a veces tienen ejes curvos y muy localmente se acompañan de esquistosidad de fractura.

b) El contacto de estos complejos con las unidades vecinas, corta la esquistosidad de flujo Hercínica.

c) En relación con la zona de contacto se observa un retrometamorfismo a facies esquistos verdes.

d) Existe un contraste metamórfico entre los materiales que integran los complejos máficos y las series vecinas.

En definitiva y para interpretar las megaestructuras de estos complejos, los hechos que hay que solventar y que se deducen de las anteriores observaciones son los siguientes:

a) Estos complejos son sin-formas tardihercínicas: sin embargo estas estructuras no son visibles en las series metamórficas adyacentes, donde se observa que la esquistosidad de flujo Hercínica choca contra ellas, buzando hacia las zonas internas y externas del arco.

b) El contacto con las series vecinas es de tipo mecánico y su emplazamiento debió finalizar después de la formación de los primeros pliegues.

La evolución tardihercínica de estos macizos es pues similar a la del Domo de Lugo, donde se acepta que los primeros pliegues estaban originalmente tumbados. Como estos macizos enclavan en la zona interna, donde dicha evolución ya hemos visto que es distinta, nos vemos obligados a introducir un gran nivel de separación entre los complejos má-

ficos y las rocas vecinas, y vamos a explicar esta disarmonía en función de la posición original de las capas.

El modelo que proponemos es el siguiente: (tomaremos como ejemplo el macizo de Cabo Ortegal).

a) Se forman los primeros pliegues hercínicos (anticlinario del Olló de Sapo, prolongación del sinclinal del Sil, etc.).

b) Final del emplazamiento de los complejos máficos, según planos de deslizamiento suboriental.

c) Últimos movimientos hercínicos (que como vimos es un acortamiento E-W) y que van a originar pliegues de plano axial vertical en los materiales inicialmente horizontales (macizos de rocas máficas) y pliegues retrovergentes de geometría chevrón en los materiales inicialmente inclinados (ver fig. 1).

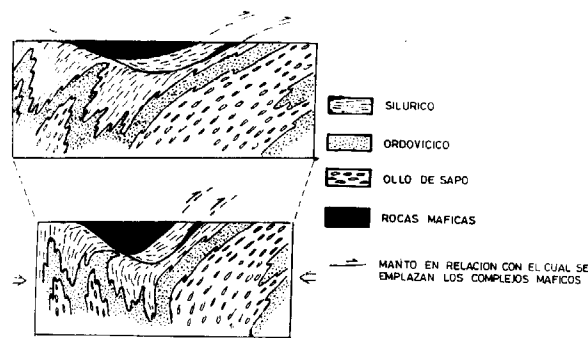


Figura 1

Evolución tardihercínica del complejo de Cabo Ortegal.

En relación con estos últimos movimientos se produce un aplastamiento complementario de las estructuras, hecho este que explica por qué los ejes de los primeros pliegues se adaptan en las proximidades de dichos macizos como puede observarse en Cabo Ortegal (Magna Hoja de Cedeira y Puente deume) y en el macizo de Morais (RIBEIRO, A., 1973).

Si como veremos más adelante los últimos movimientos hercínicos no son sino continuación de aquéllos que crearon las primeras estructuras, podemos explicarnos también por qué el elipsoide de deformación se adapta a dichos macizos (RIBEIRO, A., 1973), ya que al ser más viscoso y más densos actuarán como pantalla ante los esfuerzos y provocará una variación del campo similar al que se forma en las proximidades de un elemento preesquistoso como un canto, un clasto o incluso un cuerpo intru-

sivo; en definitiva se puede explicar en función de la diferencia reológica de los materiales.

Estos datos vienen a reforzar la hipótesis aloctonista propuesta por ANTONIZ, P., 1967) y por RIES y SHACKLETON (1971).

### EVOLUCION DE LOS COMPLEJOS MAFICOS DURANTE LA FORMACION DE LAS PRIMERAS ESTRUCTURAS

Esta segunda parte tiene como finalidad el conocer la evolución cinemática durante la formación de las primeras estructuras, las cuales son conocidas en la zona I (APALATEGUI, O., 1977, MARTÍNEZ, C. y al 1977); en la zona II (MATTE, P., 1968, MARTÍNEZ, C. y al 1977) y en la zona III (MATTE, P., 1968, MARCOS, A., 1973 y PÉREZ-ESTAUN, 1975) y solamente los complejos de rocas máficas representan una incógnita en estos momentos de la evolución hercínica; en consecuencia y en esta segunda parte, expondremos lo que para nosotros representan dichos macizos.

Hemos estudiado dentro del plan MAGNA, las Hojas de El Pino y Arzúa, insertas dentro del complejo de Ordenes, las conclusiones a las que hemos llegado son las siguientes:

*Estratigrafía.*—La secuencia establecida es a grandes rasgos la siguiente:

Peridotitas de edad probable Cambro-Ordovícico.

Rocas básicas (anfíbolitas, pirigarnitas, granulitas, etc.).

Serie de Ordenes, esquistos y cuarzo esquistos que habría que situarlos en el Ordovícico-Silúrico.

Emplazado entre las rocas básicas y los metasedimento de la serie de Ordenes aparece un granito calcoalcalino posiblemente de edad Ordovícica (Ordenes de Sobrado).

La secuencia invita a pensar en un trozo de corteza oceánica.

#### *Evolución metamórfica.*

La evolución metamórfica establecida tanto en Ordenes como en Cabo Ortegal es la siguiente.

M<sub>1</sub>. Metamorfismo de alta presión, se crean granulitas y eclogitas.

M<sub>2</sub>. Metamorfismo de menor presión, se llega a facies anfíbolitas y en rocas pelíticas aparece distena.

M<sub>3</sub>. En relación con la zona de contacto de estos macizos se observa un retrometamorfismo a facies esquistos verdes.

El metamorfismo de estos macizos ha planteado problemas a la hora de correlacionarlos con los materiales situados en zonas vecinas del orógeno gallego; atribuyéndose el primer metamorfismo a una orogenia precámbrica, cuando los complejos máficos se pensaban que eran de dicha edad (RIBEIRO, A., 1973), bien a una orogenia Paleozoica (Caledónica) después de las últimas dataciones radiométricas y por su relación con los materiales Silúricos (MAGNA Hoja de Cedeira).

En mi opinión no hay indicios de una orogenia Caledónica en Galicia y pienso que todo el metamorfismo se relaciona con la actuación Hercínica. Esta hipótesis en principio aparentemente contradictoria (recordemos que estos macizos presentan una etapa más de metamorfismo que las rocas vecinas), tienen solución si pensamos que los complejos máficos están implicados en bandas, cuya evolución metamórfica es más complicada.

Estas bandas se situarían en las proximidades de una gran discontinuidad donde puede observarse una disminución de la relación presión/temperatura con el tiempo. Fuera de estas bandas la evolución metamórfica será más simple, iniciándose en facies anfíbolitas, con bajada posterior a esquistos verdes en la zona interna y parte de la zona media, y sin superar nunca las facies esquistos verdes en zonas más externas del Orógeno.

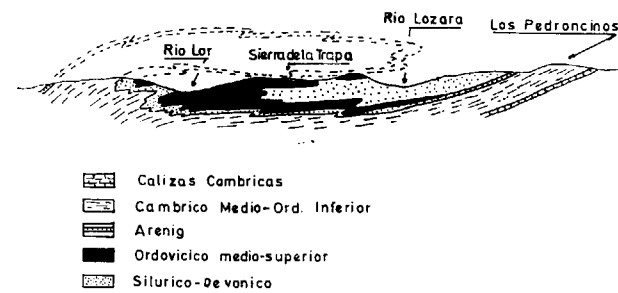
Este gran accidente que nos ha ayudado a interpretar la evolución tardihercínica de los complejos máficos, y que pensamos está en relación con una banda de evolución metamórfica compleja, parece que empieza a funcionar en el tránsito Ordovícico-Silúrico, lo que justificaría:

a) El Silúrico por regla general es discordante en todo el macizo Hercínico, provoca un cambio brusco en la sedimentación pasando de un régimen tipo plataforma a otro de aguas más profundas y medio reductor.

b) En la Hoja de Cedeira aparecen masas de rocas máficas dentro de las series Silúricas, y los autores interpretan este hecho de la siguiente forma "la existencia de masas de serpentina englobadas en una masa de magnesitas sedimentarias y de esquistos verdes; hace pensar que éstas se hayan formado como olitóstromos desprendidos del frente de un manto de corrimiento que avanza por el mar Silúrico".

c) Se podría justificar la edad del primer metamorfismo datado en los complejos máficos.

d) Hay varios ejemplos en el macizo Hercínico en que un sinclinal se sitúa sobre un área subsidente o un anticlinal sobre un umbral, lo que sugiere que los primeros pliegues se iniciaron como pliegues laxos dentro de la cuenca y que ya se habían iniciado cuando empezaron a depositarse por lo menos los materiales silúricos; para apoyar este dato presentamos un corte de MATTE, P. sobre la sierra del Caurel donde se ve cómo en el núcleo de los sinclinales aparecen cobijados materiales que después no aparecen en los flancos (ver fig. 2).



Rigura 2

Anticlinal y sinclinal del Caurel. Según MATTE, P., 1968.

Este hecho está de acuerdo con las opiniones de RAMSAY, J. sobre la formación de pliegues "similares" y nos permite acercarnos al esquema cinemático de la tectónica de placas.

e) No existe un plegamiento paleozoico que justifique un metamorfismo con eclogitas y granulitas, de edad Caledónica.

Como hemos indicado el contacto definido para separar los complejos máficos de las rocas vecinas, debe ser un gran accidente que emplaza materiales polimetamórficos que no son restos de un macizo metamórfico prehercínico, sino trozo de una corteza oceánica próxima a una zona de subducción de evolución metamórfica compleja y que parece empieza a funcionar desde finales del Ordovícico.

La raíz de este gran accidente hay que buscarla según el esquema cinemático que a continuación veremos, en zonas más occidentales del orógeno, y es posible que lo sea en la fosa blastomilonítica; aunque dicha zona lo que en realidad debe de representar es la zona de colisión de dos placas siálicas,

entre los cuales se situaba un trozo de corteza oceánica, que actualmente aparece obducionada sobre la placa oriental (ver fig. 3).

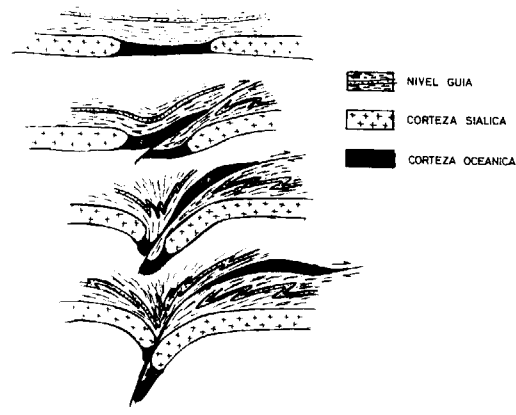


Figura 3

Esquema evolutivo del emplazamiento de los complejos máficos.

#### ESQUEMA CINEMATICO DURANTE LA FORMACION DE LAS PRIMERAS ESTRUCTURAS, SU RELACION CON LOS MOVIMIENTOS TARDIHERCINICOS

Cuando abordábamos el problema de los últimos movimientos hercínicos, veíamos cómo la falla de Vivero (la interpretábamos como una zona de consunción cortical en relación con dichos movimientos) se perdía cuando nos desplazábamos hacia la rama sur-orientar del arco, y cómo los pliegues tardíos tienen mayor expresión en las zonas de menor radio; estos argumentos nos llevaron a pensar que los últimos pliegues se habían formado como respuesta a un movimiento hacia el W de la corteza.

Estos mismos hechos se repiten para las primeras estructuras Hercínicas, ya que se sabe que:

a) Los primeros pliegues tienen mayor flanco invertido en las zonas del arco de menor radio (MATTE, P., 1968).

b) La fosa blastomilonítica, que suponemos es una zona de colisión y consunción cortical que funciona durante la formación de las primeras estructuras, se pierde cuando nos desplazamos hacia la rama sur-oriental del arco.

Por otra parte el hecho de que el corredor blastomilonítico parece que funciona durante lo que hemos llamado primeros y últimos movimientos hercínicos,

parece ratificar la hipótesis, de que ambos movimientos, no son sino el mismo, y que por tanto todas las estructuras observables en Galicia (pliegues y zonas de consunción) se forman como repuesta a un único movimiento del orógeno hacia el W.

#### EL PROBLEMA DE LOS CONGLOMERADOS PREEQUISTOSOS

Un problema que ha sido interpretado de diversas formas y que ha suscitado fuerte polémica dentro de los geólogos que trabajan sobre el macizo Hercínico, es el de la presencia de cantos esquistosos en el núcleo de pliegues de primera fase Hercínica; a nuestro juicio este fenómeno puede interpretarse sin tener que recurrir a una fase de deformación anterior; ya que las zonas internas del orógeno alcanzan el estado ortotectónico antes que las zonas externas, por lo cual un material ya estiboseado puede erosionarse y venir a integrarse en una estructura también la primera fase (preferentemente un sinclinal) que ocupe una posición más externa. Este hecho es comprensible si se tiene en cuenta que:

a) La esquistosidad es un fenómeno mecánico ligado a la pérdida de agua de los sedimentos (MAXWELL, 1967) y que exige para su formación unas tasas de acortamiento del orden del 30 por 100 (CLOOS, 1947, RAMSAY, 1967).

b) Según la teoría de placas las colisiones entre ellas no son instantáneas y que los estados de deformación son mayores a medida que nos acercamos a la zona de subducción.

En consecuencia la presencia de conglomerados en el núcleo de sinclinales de primera fase Hercínica (San Vitero, San Clodio) no indica necesariamente la actuación de una orogénesis Caledónica (MARTÍNEZ, E., 1973), se puede interpretar dentro del marco de la evolución Hercínica, máxime si tenemos en cuenta que la zona de subducción parece que funciona desde finales del Ordovícico.

#### EVOLUCION DEL OROGENO

Una vez conocida la estructura de esta parte del orógeno y el significado de los complejos máficos, es posible abordar el problema de su evolución que a grandes rasgos puede haber sido el siguiente:

a) Sedimentación durante la fase de expansión que debe de durar hasta finales del Ordovícico, y

durante la cual se crean pequeños trozos de corteza oceánica e intruyen granitos calcoalcalinos; es posible que inicialmente partamos de una corteza siálica que se rompe y empieza a abrirse en algún momento del precámbrico.

El hecho de que las rocas máficas afloren con mayor amplitud en la zona de menor radio del arco, y disminuya hasta desaparecer a medida que nos desplazamos hacia la rama sur-oriental invita a pensar que se formaran en una época distensiva de dirección próxima aunque de sentido contrario al de la fase de contracción y que el arco existía cuando se creó la corteza oceánica.

b) Fase de contracción. Pensamos que durante el tránsito Ordovícico-Silúrico se invierte el movimiento de las placas, se crea una zona de subducción principal, empieza a cerrarse la cuenca y comienzan a formarse dentro de ella lo que serán los primeros pliegues Hercínicos, mientras tanto persiste la sedimentación en la cuenca.

Durante el Silúrico y Devónico sigue funcionando la zona de subducción, se siguen acentuando los primeros pliegues y persiste la sedimentación de materiales en la cuenca.

Hasta este momento el movimiento hacia el oeste del orógeno era absorbido en parte por la zona de subducción (responsable del emplazamiento de las rocas máficas) y en parte por los primeros pliegues, a partir de un cierto momento estos mecanismos no son suficientes y se desarrollan zonas de subducción menor; como ya expusimos una vez que empiezan a funcionar estos planos se diferencian en el orógeno distintas zonas que van a evolucionar en forma diferente, y se puede tomar este momento como límite a partir del cual podemos hablar de evolución tardihercínica; en la figura 4 se expresa el estado actual del orógeno.

#### CONCLUSIONES

a) Normalmente se acepta que el orógeno se inicia por una etapa geosinclinal generalmente larga y una etapa ortotectónica más bien corta y que se le sucede en el tiempo; a nuestro juicio una vez iniciada la fase de contracción, la etapa geosinclinal se da simultáneamente a la ortotectónica y su duración es bastante larga (parece que se inicia a finales del Ordovícico).

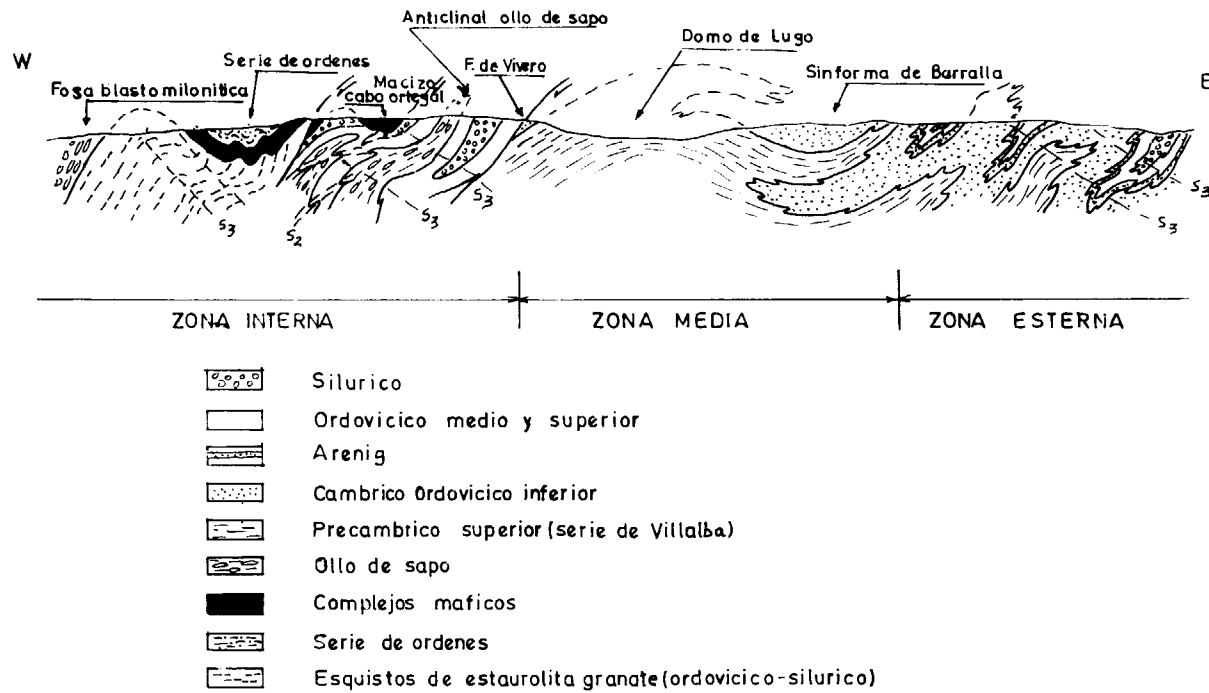


Figura 4

b) La evolución cinemática del orógeno, puede explicarse en función de un único movimiento de la corteza hacia el oeste.

c) Las distintas generaciones de pliegues las explicamos en función de la posición y de la ductibilidad que van adquiriendo las capas durante la orogénesis, y pensamos que los ejes del elipsoide de esfuerzo se mantienen fijos durante el proceso.

Este último hecho nos obliga a limitar un poco el valor temporal que lleva implícito el concepto de fase tectónica, ya que pensamos que como respuesta a un único movimiento y en distintas zonas del orógeno, pueden funcionar en un mismo instante dos generaciones distintas de pliegues, bien porque las condiciones reológicas sean distintas en ambas zonas, bien porque las capas presenten distinta orientación respecto a los ejes de esfuerzo.

d) Del esquema que proponemos y desde el punto de vista de la deformación se deduce una doble polaridad dentro del orógeno que podría expresarse de la siguiente forma:

$d_1$ . Polaridad espacial: Para materiales de la misma edad los estados de deformación finita son mayores en las zonas más internas del orógeno.

$d_2$ . Polaridad temporal: Para materiales que ocupen la misma posición dentro del orógeno los estados de deformación finita son mayores en los materiales más antiguos.

El conocimiento actual de la geología permite comprobar nuestras últimas observaciones, por otra parte el orógeno Gallego es lo suficientemente conocido como para saber que hay zonas idóneas para dicho trabajo, que de confirmar nuestras suposiciones representaría un aval para el esquema que proponemos.

BIBLIOGRAFIA

APALATEGUI, O.: *Consideraciones estratigráficas tectónicas sobre el anticlinal del "Ollo de Sapo" y sinclinal del Sil en las proximidades del Barco de Valdeorras*. "Bol. Geol. y Minero", t. LXXXVIII, III (1977).

ARTHAUD, F. y MATTE, P.: *Les décrochements tardyhercyniens du sud Ouest de l'Europy. Geometrie et essai de reconstitution des conditions de la deformation*. "Tectonophysics", 25, Elsevier Sc. Publish. Co. Amsterdam (1975).

BARD, J. P.; CAPDEVILLA, R.; MATTE, P., y RIBEIRO, A.: *Geotectonic model for the Iberian Variscan Orogen*. "Nature Physical Science", vol. 241 (1973).

BEAR, A. J., NORRIS, D. R.: *Proceeding conference on research in tectonics (kink bands and brittle deformation)*. vGeol. Survey of Canada". Ottawa (1968).

CAPDEVILLA, R.: *Le metamorphisme regional progressif et les granites dans le segment hercynienne en Galicie Nord-orientale*. Tesis doctoral. Fac. de Sc. de Montpellier (1969).

MAGNA HOJAS DE CEDEIRA: *Fuentedeume, El Pino, Arzúa*.

MARCOS, A.: *Las series del Paleozoico inferior y la estructura hercínica del occidente de Asturias*. Trabajos de Geol. Fac. Cienc., Universidad de Oviedo, núm. 6 (1973).

MARTÍNEZ GARCÍA, E.: *Mapa geológico de España a escala 1:200.000, Hoja núm. 18 (Ponferrada)*, IGME, Madrid (1972).

MATTE, P.: *La structure de la virgation hercynienne de*

*Galicie*. "Travaux du Laborat. de Geol. Fac. Sc. de Grenoble", t. 44 (1968).

MATTE, P.: *Les kink-bands. Exemple de deformation tardive dans l'hercynien du Nord-Ouest de l'Espagne*. "Tectonophysics", 7 (4). Elsevier Publish. Co. Amsterdam (1969).

MATTE, P. y RIBEIRO, A.: *Forme et orientation de l'elipsoide de deformation dans le virgation hercynienne. Relations avec le pissement et hypotheses sur le genese de l'arc ibero-armoricain*. "C. R. Acad.". París (1975).

NOLLAU, G.: *El desarrollo estratigráfico del Paleozoico en el Oeste de la provincia de León*. "Not. y Com., IGME, núm. 88, Madrid (1966).

PARGA PONDAL, I.; MATTE, P., y CAPDEVILLA, R.: *Introduction a la Geologie du "Ollo de Sapo". Formation porphyroide antesilurienne du Nord-Ouest de l'Espagne*. "Not. y Com.", núm. 76, Madrid (1964).

PÉREZ ESTAÚN, A.: *La estratigrafía y la estructura de la rama sur de la zona astur-occidental*. "Tesis doctoral", Fac. Cienc. Universidad de Oviedo (1975).

RAMSAY, J. C. and GRAHAN, R. H.: *Strain variation in shear belts*. Canadá. J. Earth Scie (1970).

RIBEIRO, A.: *Contribution a l'estude tectonique de tras-of-Montes oriental*. "Memoria núm. 24 de los servicios geológicos de Portugal" (1975).

RIEMER, W.: *Datos para el conocimiento de la estratigrafía de Galicia*. "Not. y Com. IGME", núm. 81, Madrid (1966).

Recibido: enero 1978.

## Características del campo filoniano de Calabor (Zamora, España)\*

Por J. RAMIREZ COPEIRO DEL VILLAR (\*\*)

### RESUMEN

El campo filoniano de Calabor está constituido por filones de cuarzo con mineralización económica de casiterita, habiendo dado lugar a la existencia de los yacimientos de Santa Bárbara, Manolita y Casualidad, este último actualmente en explotación.

Los materiales de esta zona presentan efectos de polimetamorfismo y han sido afectados por tres fases de deformación hercínica y otra post-hercínica.

El análisis estructural de las direcciones de fracturación y del control tectónico de los filones mineralizados pone de manifiesto el paralelismo existente entre los filones de cuarzo y de los planos  $S_2$  de pizarrosidad. Estos filones se interpretan como de relleno de las fracturas de extensión *ab*.

Por último, se describen los diferentes yacimientos y su relación con los granitos existentes.

### ABSTRACT

The load-field of Calabor is formed by economic cassiterite-bearing quartz veins, which have caused the Sta. Bárbara, Manolita and Casualidad deposits, the latter still in activity.

The materials in this area show effects of polimetamorphism and have undergone three deformation phases during the Hercynian Orogeny and a fourth post-Hercynian one.

A structural analysis of the fracture systems and the tectonic control of the mineralized lodes, revealed the parallelism between the quartz veins and the  $S_2$  schistosity planes. The lodes are an *ab* extension joints filling.

Finally, the different cassiterite deposits are described, as well as their relations to the existent granites.

### INTRODUCCION

Este trabajo pretende ser una pequeña aportación al conocimiento del campo filoniano de Calabor. Dicho campo filoniano se halla situado en el extremo noroeste de la provincia de Zamora (fig. 1), formando parte de la gran provincia metalogénica de Sn-W de España y Portugal. El arco del Sn con una longitud de 800 kilómetros, abarca depósitos del norte de Portugal y de las provincias españolas

de La Coruña, Pontevedra, Orense, Zamora, Salamanca, Cáceres, Badajoz y Jaén, encontrándose el Sn y W en las zonas marginales y techo del granito.

Los yacimientos de Calabor han explotado (Santa Bárbara, Manolita) o explotan (Casualidad) filones individuales de cuarzo con mineralización económica de casiterita, yacimientos de gran interés minero y de los más representativos y prometedores del NO, correspondientes al tipo mundial denominado  $B_s$  (holotipo-Panasqueira), prolongándose el de Casualidad en el vecino yacimiento portugués de Montesinho.

(\*) Trabajo efectuado para el IGME.

(\*\*) Dr. Ingeniero de Minas. Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A.

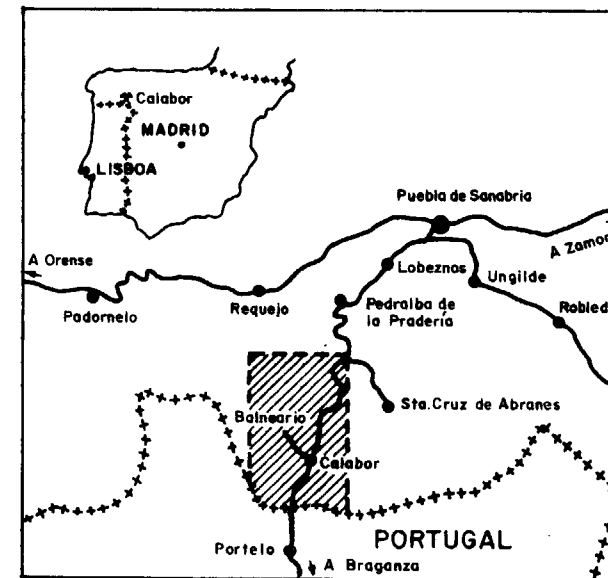


Figura 1

Situación del campo filoniano de Calabor. La zona estudiada se ha marcado en un rectángulo rayado.

### ESTRATIGRAFIA

El orden cronológico de las unidades cartografiadas, de antiguas a modernas, en la zona de Calabor es el siguiente (fig. 2):

- Cámbrico superior - Ordovícico inferior.
- Ordovícico inferior (Arenig).
- Ordovícico medio - Silúrico medio.

### CAMBRICO SUPERIOR - ORDOVICICO INFERIOR

Aflora en la parte norte de la zona estudiada, situándose estratigráficamente encima del Olló de Sapo, que aflora más al Norte, en Puebla de Sanabria. Esta unidad está constituida por pizarras de color oscuro (grises o azuladas), a veces negras, existiendo algunos niveles de poca potencia (2 ó 3 metros) de micaesquitos-cuarzosos. Las pizarras producen resaltes duros debido a la presencia de abundantes filoncillos de cuarzo, algunos de 10 a 15 centímetros, intercalados y concordantes con los planos de pizarrosidad. Esta unidad se corresponde regionalmente con la Serie de los Cabos.

### ORDOVICICO INFERIOR (Arenig)

Constituida por una sucesión detrítica de cuarcitas y pizarras intercaladas. Las cuarcitas son blancas o de color gris claro (cuarcitas micáceas), observándose en ocasiones el bandeado de estratificación, a veces rosadas y recrystalizadas, en bancos de 10, 30, 50 centímetros y hasta 5 metros de potencia que alternan con niveles pizarrosos grises.

Con esta formación culmina la Serie de los Cabos, que es regionalmente equivalente a los afloramientos y crestones de la cuarcita masiva armoricana datada de edad Arenig en la vecina Sierra de la Culebra, al este de la zona estudiada. Este paquete cuarcítico va perdiendo potencia y sufriendo un cambio lateral de facies, llegando a la zona de Calabor como una alternancia de cuarcitas poco potentes y niveles pizarrosos.

En esta unidad no abundan los filoncillos de cuarzo.

### ORDOVICICO MEDICO - SILURICO MEDIO

A las series anteriormente descritas sigue una formación pizarrosa con algunas cuarcitas intercaladas. Las pizarras son grises arcillosas observándose rara vez el bandeado fino de estratificación, grises azuladas o azul oscuras, satinadas y brillantes oscuras y pizarras negras (pizarras grafitosas, filitas grafitosas con turmalina, pizarras cuarzo-grafitosas muy duras, de grano fino). Entre las pizarras se intercalan algunos horizontes de 1 a 13 metros de potencia de filitas arenosas, esquistas, porfidoblásticas, de color claro y niveles de micacitas y micaesquitos.

Entre las pizarras hay niveles pocoabundantes de 10, 20, 30 centímetros y hasta 2 metros de potencia de cuarcitas de color blanco con bandeado y mica brillante y de cuarcitas grises a veces recrystalizadas (cuarcitas cloríticas, cuarcitas micáceas).

Hemos localizado asimismo, encajado entre las pizarras, un afloramiento aislado de forma lenticular o pequeño nivel, de 2 a 4 metros de potencia, de una caliza cristalina rosada muy recrystalizada, siendo imposible reconocer caracteres sedimentarios o restos fósiles. Debido a este nivel calizo, hemos supuesto que la edad de esta serie podría llegar hasta el Silúrico medio, piso que regionalmente contiene estas calizas.

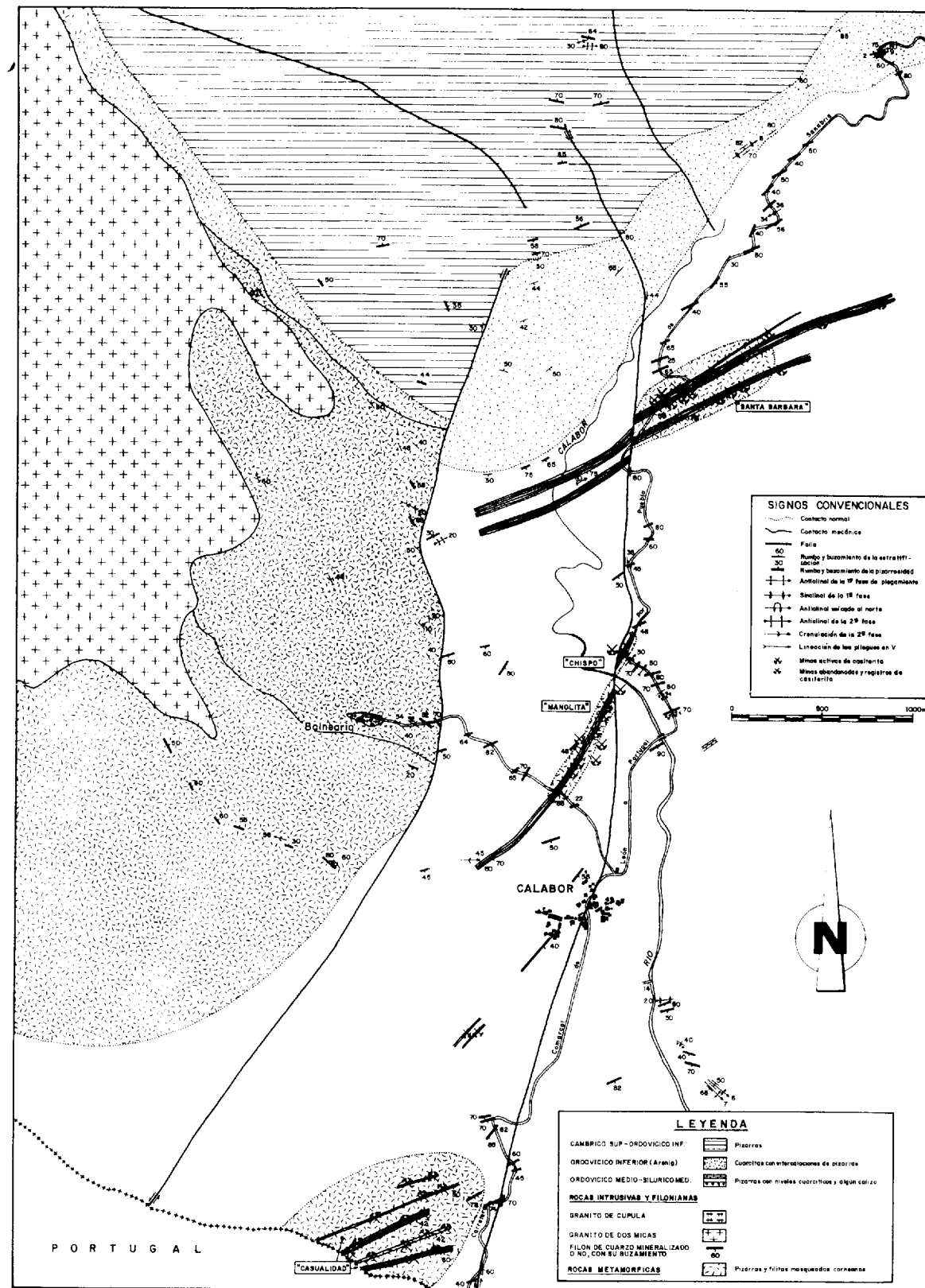


Figura 2

Mapa geológico-estructural simplificado del área de Calabor.

Esta unidad se caracteriza por la existencia de numerosos filones de cuarzo, muchos de ellos mineralizados, que dieron lugar a las minas de Santa Bárbara, Manolita y Casualidad.

La potencia de estos filones es muy variable, desde 1 centímetro a 3 metros, predominando los comprendidos entre 10 y 50 centímetros. Son de color blanco lechoso, poseyendo a veces colores rojizos y negros debido a la presencia de óxidos de hierro. Cerca y en las zonas mineralizadas poseen concentraciones o costras de mica blanca. Algunos tienen estructuras tipo boudin. La mayor parte de los filones son paralelos a la pizarrosidad, aunque alguno la corte bajo un ángulo pequeño. Aparecen en pequeños grupos de 4 ó 5, manteniéndose paralelos y pudiendo ser seguidos en largas corridas de cientos de metros.

### INTRUSION GRANITICA Y FENOMENOS DEUTERICOS ASOCIADOS

Los afloramientos graníticos ocupan la parte occidental de la zona estudiada y una pequeña apófisis en las cercanías del Balneario. Son claramente posteriores a la primera fase tectónica y anteriores a la segunda y, aunque no están orientados, presentan los efectos de esta última deformación tectónica como fracturación intensa, extinción ondulatoria en general, recristalización del cuarzo, flexionamiento de las láminas de mica, etc. Al granito se encuentran asociados los filones de estaño de Calabor y produce un metamorfismo de contacto poco intenso en las rocas encajantes. Presenta un relieve poco abrupto y una meteorización en superficies ovaladas.

El granito de la zona occidental es un granito alcalino de dos micas, de grano medio a grueso, textura hipidiomórfica, constituido fundamentalmente por plagioclasa alcalina, microclino pertítico, cuarzo, mica blanca y biotita, y como accesorios apatito, rutilo, mineral de hierro, opaco, circón y algo de clorita. La plagioclasa aparece maclada y nunca zonada. El microclino, también maclado y levemente enturbiado por caolín. La biotita se presenta en tonos verdes y pardo-rojizos, correspondiendo a la variedad lepidomelánica y con pequeñas inclusiones de circón con halos pelocroicos.

El granito de la apófisis del Balneario es un granito de cúpula de singular importancia en cuanto a la posible localización de los filones de cuarzo mineralizados y zonas greissenosas.

Esta pequeña apófisis está constituida principalmente por granitos aplíticos de textura alotriomórfica o aplítica, aunque también existen granitos alcalinos de grano medio a fino con textura hipidiomórfica con tendencia a la alotriomórfica. Los constituyentes principales y accesorios son los mismos, variando solamente sus proporciones. Así, entre los primeros, están la plagioclasa alcalina, microclino pertítico, cuarzo y mica blanca, y entre los accesorios apatito, biotita, clorita, rutilo, circón, mineral de hierro y opaco.

Las características mineralógico-texturales y petrogenéticas del granito de dos micas y del de la apófisis son en general semejantes, variando ligeramente la intensidad de las transformaciones deutéricas (superior en el caso de las muestras de la apófisis). Estas transformaciones consisten en fenómenos de albitización, acompañados de muscovitización y formación tardía de apatito.

La albitización se desarrolla a costa de la alcalinización del plagioclasa y del microclino. Este último se presenta normalmente corroído y penetrado por albita, aunque en numerosas ocasiones resulta reducido a pequeños restos dentro de ella. Las proporciones de los fenómenos de albitización deben considerarse importantes, sobre todo en las rocas de la apófisis, ya que son frecuentes los cristales xenomórficos de albita y los que presentan inclusiones de cuarzo, prueba evidente de su formación a costa del feldespato potásico original.

Los procesos de muscovitización de la biotita y la formación de mica blanca en el feldespato son igualmente considerables.

La mayor parte del apatito se presenta en cristales, a veces relativamente de gran tamaño y formas alotriomórficas, con inclusiones de rutilo y circón. Este apatito alotriomórfico y el que aparece diseminado en algunos cristales de albita, debe considerarse de formación tardía, completando de esta manera la paragénesis deutérica de albita+muscovita+apatito.

### METAMORFISMO

Los materiales paleozoicos cartografiados presentan efectos de polimetamorfismo (dos regionales y uno intercinemático de contacto). Aparece en primer lugar un metamorfismo regional en su grado bajo, correspondiente a la facies de los esquistos verdes, zona de la clorita, que ha producido en los sedimentos pelíticos el desarrollo de una esquistosidad inicial de flujo, debido a la orientación pla-

nar de los cristales laminares. La intrusión granítica provoca posteriormente un metamorfismo de contacto, al que se superponen acciones metasomáticas pneumatolíticas tardías, acompañadas de neoformaciones de mica blanca y turmalina más escasa, aumentando ésta extraordinariamente (aproximadamente un 50 por 100) en las zonas inmediatas a los filones mineralizados. Estos minerales de neoformación se producen a costa del feldespato, biotita y andalucita.

Las rocas de metamorfismo de contacto se integran en superficies alrededor del granito y en las zonas mineralizadas. Las pizarras son duras, observándose en ellas el mosqueo, y en las proximidades de las rocas intrusivas, cristales alargados de andalucita de hasta 3 centímetros. Los efectos termales no fueron importantes, aunque sí espectaculares, no superando en ningún caso la facies de albita-epidota (pizarras y filitas mosqueadas, cuarcitas micáceas, hasta corneanas con andalucita o chiastolita).

A este metamorfismo de contacto le sucede otra fase de metamorfismo regional de características mecánicas, correspondiente a otra fase de deformación tectónica, que afecta por igual a los filones de cuarzo, rocas graníticas y neoformaciones del metamorfismo de contacto, originándose fenómenos de retrometamorfismo (cloritización de la biotita y sericitación de la andalucita).

## TECTONICA

Dentro de los límites de la zona cartografiada, hemos efectuado el estudio estructural en el área correspondiente a la zona minera de Calabor, por considerar que por sí sola constituye un pequeño dominio homogéneo (al ser los elementos lineales aproximadamente paralelos y ser las superficies axiales rectilíneas, manteniendo la pizarrosidad una dirección continua NE-SO y buzamiento casi constante al Sur) y no estar afectado por la falla de desgarre que pasa cerca del Balneario y que produce además un basculamiento del bloque occidental hacia el Norte.

Este dominio comprende una pequeña inflexión de las unidades que lo forman, dentro de la dirección regional hercínica NO-SE para toda la zona de Sanabria. El estudio en este dominio de las direcciones de fracturación y del control tectónico de los filones mineralizados tiene gran importancia,

al objeto de investigar posteriormente estas direcciones de mineralización más frecuente, en otras zonas.

## DESCRIPCION DE LAS DIFERENTES FASES DE DEFORMACION

Mediante el análisis de los datos mesoscópicos estructurales se reconocieron varias estructuras penetrativas planas y ejes de pequeños pliegues, de estilo claramente diferente, que nos permitieron distinguir tres fases de deformación hercínica y otra post-hercínica. La descripción de las distintas fases es como sigue:

### a) Primera fase.

Este primer movimiento tectónico, causante de la actual tendencia en este dominio, es responsable del plegamiento de la estratificación  $S_1$ , originando pliegues asimétricos y algunos apretados y volcados, de escala milimétrica a métrica, vergencia Norte, dirección NE-SO e inclinación variable sin sobrepasar los  $30^\circ$  y de la formación de una pizarrosidad de flujo muy marcada  $S_2$ .

Esta pizarrosidad sincrona con el metamorfismo regional epizonal está muy desarrollada y con frecuencia enmascara a la estratificación; posee una dirección de  $N 50^\circ-75^\circ E$  con un buzamiento de  $45^\circ-75^\circ$  generalmente al Sur. Esta pizarrosidad es paralela a la superficie axial de los pliegues y originada contemporáneamente con ellos por una orientación preferente de los minerales micáceos (pizarrosidad de plano axial). En general, es subparalela a la estratificación.

Esta primera fase fue también responsable de la fracturación.

### b) Segunda fase

Esta segunda fase, menos intensa que la primera, pliega la pizarrosidad de flujo  $S_2$  localmente, de manera discontinua con intensidad y forma variable, pocas veces penetrativa, según deformaciones homoaxiales. A ella se debe la pizarrosidad de fractura  $S_3$  o plano axial de los pliegues de esta segunda generación, de buzamiento alrededor de  $70^\circ$ .

Los pliegues de esta fase son menos frecuentes que los de la primera, de estilo asimétrico, abiertos y de escala milimétrica a centimétrica.

Esta fase también origina una frecuente y apretada crenulación sin originar plegamiento microscó-

pico, desarrollándose estas pequeñas estructuras menores (micropliegues) en los niveles pizarrosos de la pizarrosidad de flujo (fig. 3). El plano axial que produce la crenulación es casi vertical ( $85^\circ$ ) con rumbo de  $N 40^\circ-60^\circ E$ . En el diagrama 2 se observa la coincidencia de los dos tipos de ejes de pliegues correspondientes a esta fase.



Figura 3

Crenulación en los niveles pizarrosos

A esta segunda fase se le atribuye la deformación del granito de Calabor, intruido entre la primera fase y ésta, observándose también dicha deformación en los cristales de metamorfismo de la aureola de contacto. La crenulación además de afectar a las pizarras del metamorfismo térmico, afecta también a las pizarras turmalinizadas (rocas de caja) de las minas de Casualidad y Santa Bárbara.

Algunos filones de cuarzo también están plegados por esta fase y en los que no lo están, se aprecian deformaciones producidas por los mismos esfuerzos que deformaron el granito y los citados cristales de metamorfismo.

### c) Tercera fase

Produce rizos y ondulaciones de pequeña amplitud (pliegues en V o Kink folds) en la pizarrosidad de flujo. El plano axial que produce estos rizos buza unos  $65^\circ$  al N en dirección NE-SO, y los ejes de los pliegues, coaxiales con la deformación anterior, se hunden de  $20^\circ$  a  $50^\circ$ , en dirección  $N 30^\circ-60^\circ E$  (ver diagrama 2).

Estos pliegues quizá se hayan originado en una etapa final de la segunda fase y correspondan, junto con las crenulaciones, a una misma fase de deformación.

### d) Cuarta fase

Por último, se producen grandes fracturas tardi-hercínicas de desgarre, de juego levógiro, de dirección NNE-SSO y fallas satélites que han afectado el campo filoniano. Describimos a continuación las dos principales:

— Falla de Calabor, que pasa por dicha aldea y llega hasta la ciudad portuguesa de Braganza. Produce un pequeño desplazamiento en los filones.

— Falla del Balneario, la más occidental, produce un desplazamiento de 1.750 m y posteriormente un juego vertical con una componente de basculamiento hacia el norte, originando un cambio en el buzamiento de los materiales del bloque occidental que pasan a buzarse norte, en vez de buzarse sur como los del bloque oriental.

## GEOMETRIA DEL PLEGAMIENTO

Se efectúa a continuación el análisis de la orientación y relaciones geométricas de los elementos estructurales (estratificaciones, pizarrosidades y ejes de pliegues), proyectándoles en el hemisferio inferior de una proyección de áreas iguales.

En el diagrama 1 se han proyectado 41 polos de  $S_1$  que definen un eje  $\beta s_1$ , hundiéndose  $15^\circ$  en dirección  $N 67^\circ E$ , representando el eje estadístico del primer plegamiento. La mayor parte de los  $S_1$  definen un máximo (12,1 %) con una posición  $N 66^\circ E$  y buzamiento vertical. El diagrama refleja el tipo de pliegue asimétrico convergencia norte que observamos en el campo y muestra asimismo, la rama volcada hacia el norte de los pliegues de esta primera fase tectónica, que constituyen un submáximo (7,3 %) correspondiente a una posición  $N 60^\circ E$  y buzamiento de  $30^\circ$  hacia el sur.

Los polos no están distribuidos según un círculo máximo, por lo que el plegamiento no es cilíndrico. La casi geométrica coincidencia entre eje  $\beta s_1$  y la mayoría de los ejes de pliegues, sugiere que ambos están relacionados con la misma fase de deformación.

En el diagrama 2 se han proyectado 128 polos de  $S_2$ , mostrando un máximo (10,1 %), correspondiente a una posición  $N 65^\circ E$  con un buzamiento de  $60^\circ S$ . Dicha pizarrosidad contiene al eje  $\beta s_1$ , es decir, es paralela al plano axial de la estructura definida por los polos de  $S_1$ .

Los polos de  $S_2$  definen un eje  $\beta s_2$  que se hunde  $10^\circ$  en dirección  $N 240^\circ E$ , representando el eje es-

pico, desarrollándose estas pequeñas estructuras menores (micropliegues) en los niveles pizarrosos de la pizarrosidad de flujo (fig. 3). El plano axial que produce la crenulación es casi vertical ( $85^\circ$ ) con rumbo de  $N 40^\circ - 60^\circ E$ . En el diagrama 2 se observa la coincidencia de los dos tipos de ejes de pliegues correspondientes a esta fase.



Figura 3

Crenulación en los niveles pizarrosos

A esta segunda fase se le atribuye la deformación del granito de Calabor, intruido entre la primera fase y ésta, observándose también dicha deformación en los cristales de metamorfismo de la aureola de contacto. La crenulación además de afectar a las pizarras del metamorfismo térmico, afecta también a las pizarras turmalinizadas (rocas de caja) de las minas de Casualidad y Santa Bárbara.

Algunos filones de cuarzo también están plegados por esta fase y en los que no lo están, se aprecian deformaciones producidas por los mismos esfuerzos que deformaron el granito y los citados cristales de metamorfismo.

#### c) Tercera fase

Produce rizos y ondulaciones de pequeña amplitud (pliegues en V o Kink folds) en la pizarrosidad de flujo. El plano axial que produce estos rizos buza unos  $65^\circ$  al N en dirección NE-SO, y los ejes de los pliegues, coaxiales con la deformación anterior, se hunden de  $20^\circ$  a  $50^\circ$  en dirección  $N 30^\circ - 60^\circ E$  (ver diagrama 2).

Estos pliegues quizá se hayan originado en una etapa final de la segunda fase y correspondan, junto con las crenulaciones, a una misma fase de deformación.

#### d) Cuarta fase

Por último, se producen grandes fracturas tardihercínicas de desgarre, de juego levógiro, de dirección NNE-SSO y fallas satélites que han afectado el campo filoniano. Describimos a continuación las dos principales:

— Falla de Calabor, que pasa por dicha aldea y llega hasta la ciudad portuguesa de Braganza. Produce un pequeño desplazamiento en los filones.

— Falla del Balneario, la más occidental, produce un desplazamiento de 1.750 m y posteriormente un juego vertical con una componente de basculamiento hacia el norte, originando un cambio en el buzamiento de los materiales del bloque occidental que pasan a buzarse norte, en vez de buzarse sur como los del bloque oriental.

### GEOMETRIA DEL PLEGAMIENTO

Se efectúa a continuación el análisis de la orientación y relaciones geométricas de los elementos estructurales (estratificaciones, pizarrosidades y ejes de pliegues), proyectándolos en el hemisferio inferior de una proyección de áreas iguales.

En el diagrama 1 se han proyectado 41 polos de  $S_1$  que definen un eje  $\beta s_1$ , hundiéndose  $15^\circ$  en dirección  $N 67^\circ E$ , representando el eje estadístico del primer plegamiento. La mayor parte de los  $S_1$  definen un máximo (12,1 %) con una posición  $N 66^\circ E$  y buzamiento vertical. El diagrama refleja el tipo de pliegue asimétrico convergencia norte que observamos en el campo y muestra asimismo, la rama volcada hacia el norte de los pliegues de esta primera fase tectónica, que constituyen un submáximo (7,3 %) correspondiente a una posición  $N 60^\circ E$  y buzamiento de  $30^\circ$  hacia el sur.

Los polos no están distribuidos según un círculo máximo, por lo que el plegamiento no es cilíndrico. La casi geométrica coincidencia entre eje  $\beta s_1$  y la mayoría de los ejes de pliegues, sugiere que ambos están relacionados con la misma fase de deformación.

En el diagrama 2 se han proyectado 128 polos de  $S_2$ , mostrando un máximo (10,1 %), correspondiente a una posición  $N 65^\circ E$  con un buzamiento de  $60^\circ S$ . Dicha pizarrosidad contiene al eje  $\beta s_1$ , es decir, es paralela al plano axial de la estructura definida por los polos de  $S_1$ .

Los polos de  $S_2$  definen un eje  $\beta s_2$  que se hunde  $10^\circ$  en dirección  $N 240^\circ E$ , representando el eje es-



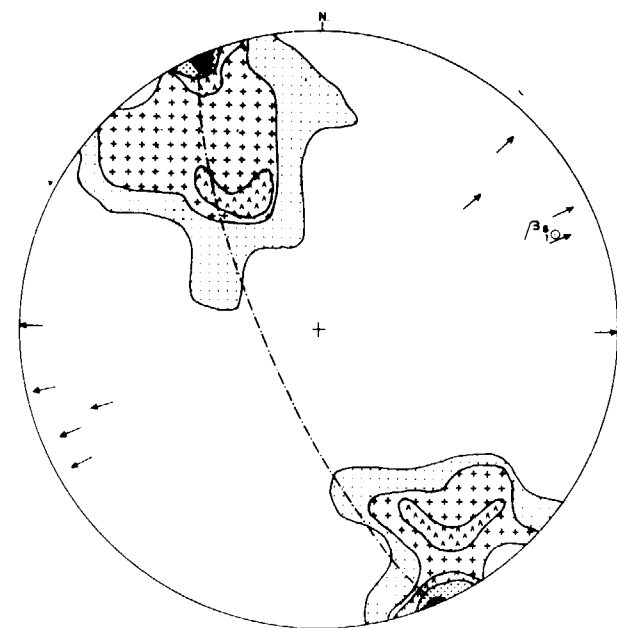


DIAGRAMA N° 1.— 41 polos de  $S_1$ , (contornos 2,4,7,9 y 12%) y ejes de pliegue en la zona este (Zona de Las Minas)

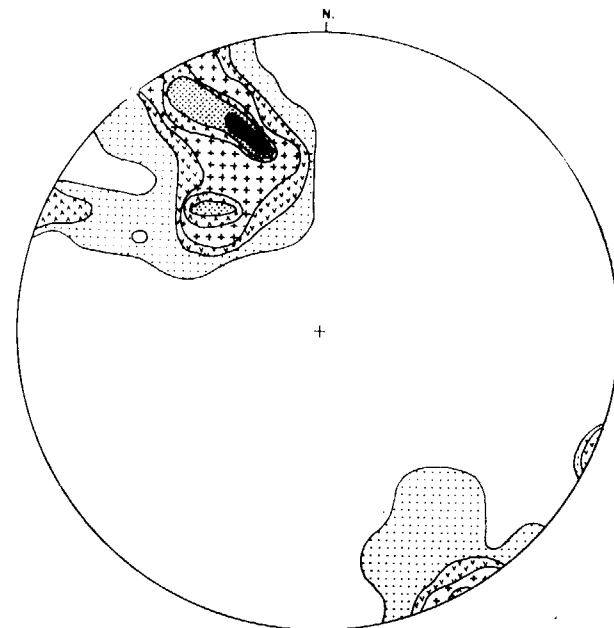


DIAGRAMA N° 3 — 80 polos de filones de cuarzo, mineralizados o no, (contornos 2,4,6,8,10 y 12%) en la zona este (Zona de Las Minas)

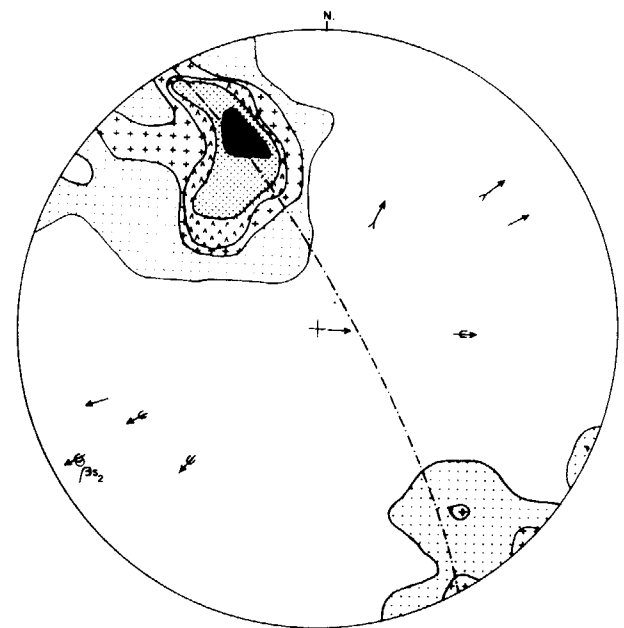


DIAGRAMA N° 2.— 128 polos de  $S_2$ , (contornos 2,4,6,8 y 10%) en la zona este (Zona de Las Minas)  
 → Ejes de pliegue  
 → Ejes de crenulación  
 → Ejes de pliegue en V.

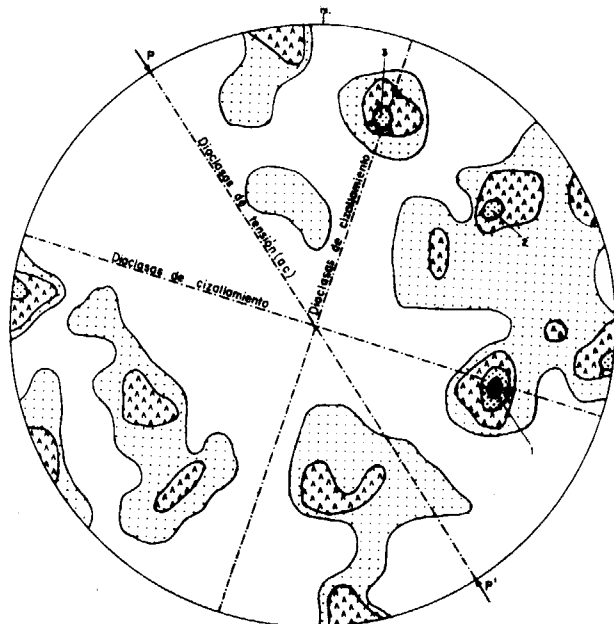


DIAGRAMA N° 4.— 41 diaclasas y fallas, (contornos 2,4,7 y 9%) en la zona este (Zona de Las Minas)

tadístico del segundo plegamiento y yaciendo muy próximo de los ejes de crenulación medidos.

FILONES DE CUARZO

La repartición de 80 polos de filones de cuarzo, mineralizados o no (diagrama 3) en la zona minera de Calabor, muestra un máximo prominente (12,5 %) correspondiente a una dirección de  $N 69^\circ E$  con un buzamiento de  $60^\circ$  al SE. Este máximo coincide con el máximo para los polos de los planos  $S_2$  de pizarrosidad, medidos también en dicha zona (ver diagrama 2). Los filones y los planos de pizarrosidad  $S_2$  son pues, subconcordantes.

GEOMETRIA DE LA FRACTURACION

Varios sistemas de diaclasas y fallas se han producido en relación con la fase orogénica principal. Se han observado y medido varios sistemas o grupos de diaclasas constituidos por tres o más superficies o planos de discontinuidad paralelos o subparalelos, a lo largo de los cuales las rocas se fracturan. Dichos sistemas "joint sets" son en general planos rectos y continuos con espacios entre diaclasas individuales de 20, 30 ó 40 cm. Los menos son discontinuos, con trazado irregular y se curvan suavemente, repitiéndose cada 50 cm o 1 m. Rara vez se encuentran diaclasas simples sin su correspondiente paralela.

En el diagrama 4 se han proyectado 41 diaclasas y fallas medidas en la zona minera de Calabor, mostrando tres máximos, 1 ( $N 18^\circ E, 54^\circ NO$ ), 2 ( $N 326^\circ E, 62^\circ SO$ ), y 3 ( $N 286^\circ E, 62^\circ SO$ ), estos dos últimos, submáximos, dando por tanto idea de tres sistemas de fracturas, dos de ellas dispuestas simétricamente con relación a la otra. La interpretación que sigue tiene por objeto establecer las relaciones entre la fracturación y el plegamiento.

El sistema 2 yace muy próximo del lugar que ocupa el eje  $\beta s_1$  del plegamiento correspondiente a la primera deformación (ver diagrama 1). Son fracturas casi perpendiculares al eje del plegamiento principal. Son, pues, fracturas  $ac$ , es decir, fracturas cuyo polo se sitúa en  $b$  y, por tanto, fracturas de tensión.

Es sabido que un esfuerzo de compresión  $PP'$  actuando sobre un cuerpo, da lugar a un grupo de fracturas de tensión paralelas al plano de esfuerzos y a dos sistemas de fracturas de cizallamiento, en

posición simétrica con respecto al primero y que forman con el plano de esfuerzos un ángulo menor de  $45^\circ$  (ver figura 4).

Esta observación nos induce a interpretar el sistema de fracturas 2, como efecto de la compresión  $PP'$  de dirección  $NO-SE$  (ver diagrama 4), responsable además tanto del primer plegamiento de eje  $\beta s_1$ , como de la pizarrosidad de plano axial. Y en cuanto al sistema conjugado de fracturas, como de cizallamiento, observando que dentro de éste el sistema 1 de máximo 9,7 % predomina sobre el sistema 3 de submáximo 7,3 %.

No se observaron fracturas debidas a la segunda fase de deformación.

La interpretación mecánica es simple si se puede definir un estado uniforme de compresiones en el momento de la fracturación. Si este estado existe, las direcciones de las fracturas resultantes deben ser sensiblemente las mismas en los diferentes puntos del campo filoniano. La realidad es que las direcciones de fracturas son de hecho variables habiendo sido registradas, como se observa en el diagrama 4, en un amplio sector del mismo; pero también es verdad que ciertos filones tienen direcciones medias marcadamente constantes en grandes distancias. De suerte que, incluso si estas variaciones correspondieran a una variación del estado de las compresiones entre los diferentes puntos, se podría todavía definir un estado medio significativo.

En realidad, es más probable que el estado de compresiones sea muy uniforme y que las variaciones registradas correspondan a una variación de los planos de cizallamiento bajo la influencia de heterogeneidades, que conducen a fracturas intermedias entre las fracturas de cizallamiento y las de tensión.

CONTROL TECTONICO DE LOS FILONES MINERALIZADOS

Las diaclasas se describen con respecto a unos ejes geométricos de referencia, tres ejes perpendiculares mutuamente  $a, b, c$ ; siendo  $b$  paralelo a la línea de cresta del pliegue,  $a$  normal a dicha línea de cresta yaciendo en el plano axial y  $c$  normal al plano  $ab$ . Estos ejes carecen de significado en términos de desplazamiento o deformaciones representados por diaclasas o pliegues.

Sabemos que los esfuerzos que actúan sobre cualquier punto dentro de un cuerpo, se resuelven en tres esfuerzos principales, que actúan a lo largo de

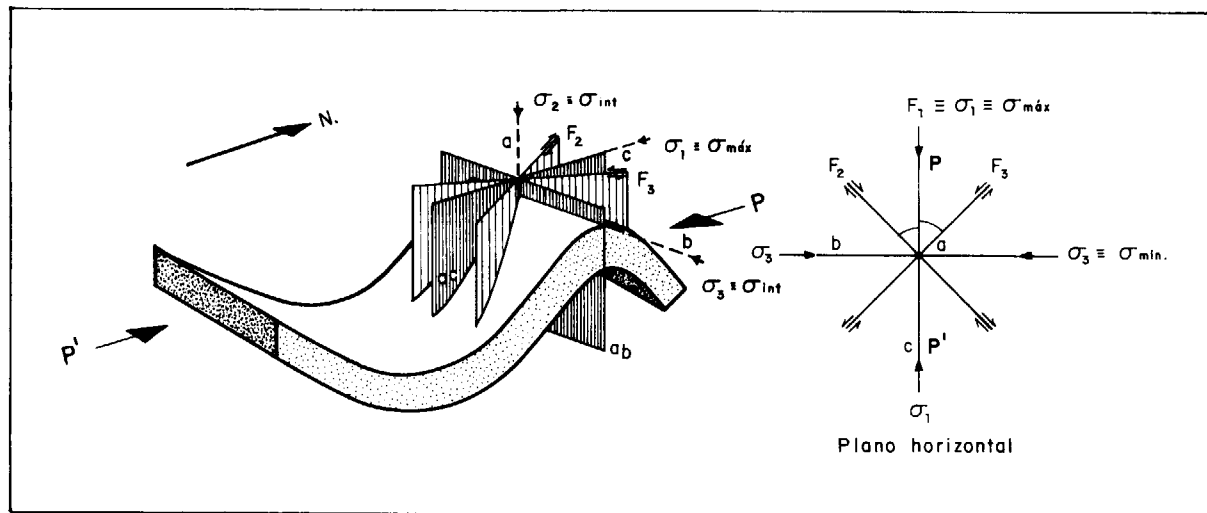


Figura 4

Interpretación de los esfuerzos y repartición de las fracturas con el esfuerzo intermedio  $\sigma_2$  vertical

tres ejes perpendiculares mutuamente, siendo dos de estas direcciones horizontales y la otra vertical. Así  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  se usarán para representar los ejes principales de esfuerzo máximo, intermedio y mínimo de compresión.

Vamos a exponer la relación existente entre los filones mineralizados y los elementos estructurales de las rocas encajantes.

El análisis estructural ha puesto en evidencia el paralelismo existente entre los filones de cuarzo y los planos  $S_2$  de pizarrosidad, como se observa al comparar los diagramas 2 y 3. Al efectuar el estudio de la fracturación vemos que se forman diaclasas  $ac$  de tensión y dos juegos de cizalla, a ninguno de los cuales van asociados los filones de cuarzo, como se observa al comparar los diagramas 3 y 4.

De los diferentes "joint sets" producidos en un plegamiento de compresión  $PP'$  (ver fig. 4), tan sólo las diaclasas de orientación  $ab$ , es decir, las diaclasas paralelas al plano axial de los pliegues y por tanto a la pizarrosidad del plano axial, están en nuestro caso, asociadas a la mineralización. Estas diaclasas de rumbo ortogonal al eje previo de compresión, se denominan diaclasas de relajación "relax joints" (BILLINGS, 1958, 2.ª ed.) o "radial joints" (HOOBBS, B, 1976) y se producen por expansión diferencial como resultado de la relajación en la dirección de compresión, durante un período post-compresional.

Las diaclasas  $ab$  son paralelas a los planos de pizarrosidad  $S_2$  (metalotecto estructural), que han jugado el papel de menor resistencia a lo largo de los

cuales serían introducidos preferentemente los fluidos mineralizantes.

En la localización de los depósitos minerales en este área, adquieren importancia económica las diaclasas de orientación  $ab$  que han actuado como vías de acceso de las soluciones portadoras de la metalización de Sn, mientras que las diaclasas  $ac$  y su sistema conjugado de cizalla (más fácilmente observables en el campo y mejor medibles) no están asociadas a la mineralización.

La distribución de los diferentes esfuerzos que han actuado en el campo filoniano de Calabor queda reflejada en la figura 5. El eje de esfuerzo intermedio  $\sigma_2$  ha de ser vertical con objeto de que se formen fracturas de cizallamiento (ver también figura 4). Los ejes de esfuerzo máximo  $\sigma_1$  y mínimo  $\sigma_3$  están situados en un plano horizontal y son perpendiculares. Las fracturas de tensión ( $ac$ ) corresponden a la dirección N 326° E, por tanto, la dirección de  $\sigma_1$  será N 326° E y la de  $\sigma_3$  será N 56° E. Las fracturas de cizallamiento corresponden a las direcciones  $F_2$ : N 286° E y  $F_3$ : N 18° E.

Los filones de Calabor se interpretan como de relleno de las fracturas de extensión ( $ab$ ) y su aparición se ha efectuado en dos etapas:

— En el curso de la primera etapa y con motivo de esfuerzos  $PP'$  de dirección N 326° E se producen fracturas de tensión ( $ac$ ) de dirección N 326° E, dos sistemas de fracturas de cizalla  $F_2$  y  $F_3$  de direcciones N 286° E y N 18° E, respectivamente y la aparición de una pizarrosidad  $S_2$  orientada N 65° E.

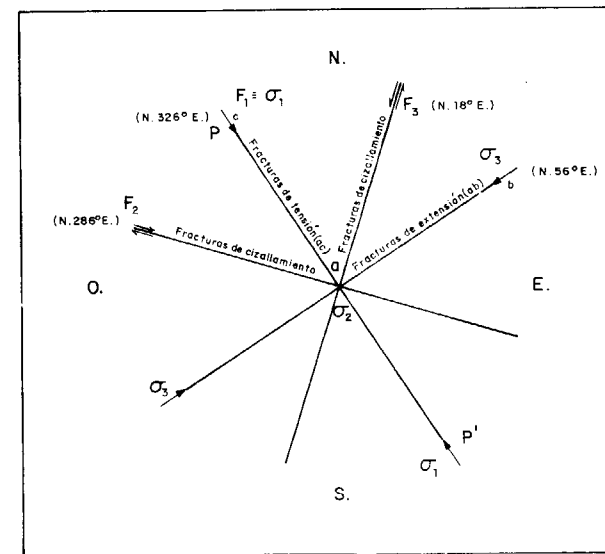


Figura 5

Campo filoniano de Calabor: Distribución de los esfuerzos actuantes y deposición de los filones en las fracturas  $ab$ .

— Durante una segunda etapa, el relajamiento general de las compresiones hercínicas provoca la aparición de fracturas de extensión ( $ab$ ) de dirección N 56° E, en las que se instalan los filones de Calabor. La descompresión general provoca una compresión N 56° E y el rejeugo de las fracturas  $F_2$  y  $F_3$ .

Resumiendo podemos decir, que la orientación y distribución de los filones de cuarzo están controlados por las deformaciones producidas por el plegamiento. Todos los filones mineralizados en el área aparecen en fracturas cuya orientación corresponde a planos  $ab$  de la estructura plegada y los filones como regla son paralelos y concordantes con la pizarrosidad de flujo. Las diaclasas de extensión  $ab$  poseen un especial interés para la prospección minera al abrirse y ofrecer condiciones aptas para la deposición de la mineralización.

Un resumen de la historia tectónica de la zona de Calabor durante la orogenia Hercínica sería el siguiente:

|             | TECTONICA   | METAMORFISMO   | MAGMATISMO  |
|-------------|---|--|---|
| CARBONIFERO | 4.ª FASE<br>Fracturas tardihercínicas de desgarre NNE-SSO.  |  |   |
|             | 3.ª FASE<br>Rizos y ondulaciones de pequeña amplitud. Movimientos póstumos.   |  |   |
|             | 2.ª FASE<br>Eje NE-SO, plegamiento y crenulación de la pizarrosidad de flujo. Plegamiento y deformación de los filones de cuarzo. Deformación del granito de Calabor. | Metamorfismo regional de efectos dinámicos. Fenómenos de retro-morfismo. Paragénesis: clorita + sericita.<br><br>Metamorfismo de contacto de la intrusión granítica: Paragénesis: biotita + andalucita + cuarzo + turmalina + mica blanca. | Intrusión del granito de dos micas de Calabor.<br><br>Se emplazaron filones de cuarzo a favor de las diaclasas $ab$ de la primera fase. Mineralización de estaño de ley explotable. |
|             | 1.ª FASE<br>Eje NE-SO, plegamiento de la estratificación y aparición de la pizarrosidad de flujo. Fracturación importante.  | Metamorfismo regional. Facies de los esquistos verdes. Paragénesis: cuarzo + mica blanca ± clorita.  |   |

## YACIMIENTOS DE CASITERITA

La zona de Calabor puede considerarse como una zona minera muy importante, insuficientemente investigada y ligeramente explotada, estando todas las labores mineras realizadas sobre yacimientos filonios de casiterita, que se agrupan en tres bandas o franjas constituyendo de norte a sur los yacimientos de Santa Bárbara, Manolita y Casualidad, este último actualmente en explotación.

### *Mina de Santa Bárbara o de Valtreixal*

Situada en el kilómetro 15,5 de la carretera de Puebla de Sanabria a la ciudad portuguesa de Braganza. La paragénesis está constituida por casiterita, mispíquel y cuarzo. La roca de caja son micaesquistos turmalinizados formados por mica blanca, turmalina, cuarzo y como accesorio mineral opaco (posible arsenopirita). Dos zonas podemos distinguir en este yacimiento, la llamada mina vieja y la mina nueva o virgen.

La mina vieja está formada por un conjunto de laborales situadas en la margen izquierda del arroyo Valtreixal, entre las que destacan un trincherón a cota superior a la de la carretera de unos 200 m de longitud, 15 m de anchura y unos 10 m de profundidad, afectado sobre un haz de 5 a 6 filones de cuarzo de 20 a 30 cm de potencia, de dirección N 67° E y 50° SE de buzamiento, y una serie de socavones emboquillados a distintas cotas y dirigidos hacia los filones. Estos filones han sido también explotados en cuatro niveles: 985, 940, 920 y 905 m desde la cota del lavadero hasta la superficie. Las corridas continúan hasta el Alto de Repilaos con otra serie de pequeñas labores.

También existen otra serie de labores sobre un pequeño grupo de dos o tres filones de 10 a 30 cm de potencia, de dirección N 75° E con 55° SE de buzamiento, que aparecen en el arranque del camino que desde la carretera sube hacia el transformador.

Las labores antiguas de esta mina vieja **no son** accesibles.

La mina nueva o virgen situada por encima del trincherón, junto a la tolva, está muy poco explotada. Las labores existentes, algunas accesibles, se realizaron sobre un conjunto de cuatro o cinco filones de 30 a 40 cm de potencia, de dirección N 65° E con 75° SE de buzamiento. Los socavones recorridos poseían casiterita diseminada en los filones de cuarzo.

La mineralización de ambas minas arma en filones de cuarzo de color blanco lechoso, a veces teñidos

por óxidos de hierro con coloraciones rojizas y negras; también poseen concentraciones de mica blanca, observándose asimismo hileras de mica blanca en los contactos de cuarzo con los micaesquistos turmalinizados encajantes. La distancia de los filones entre sí nunca es superior a un metro, son paralelos a la pizarrosidad y aparecen en pequeños grupos de cuatro o cinco que se mantienen paralelos y pueden ser seguidos en largas corridas de cientos de metros.

La casiterita aparece en los filones diseminada en el cuarzo de manera irregular (fig. 6), formando pequeñas concentraciones de alta ley, frágiles y deleznales, reduciéndose fácilmente a polvo con la presión de los dedos. La ley media fue de 3,5 kilogramo por filón extraído.

La mina está inactiva desde el 1 de enero de 1967.

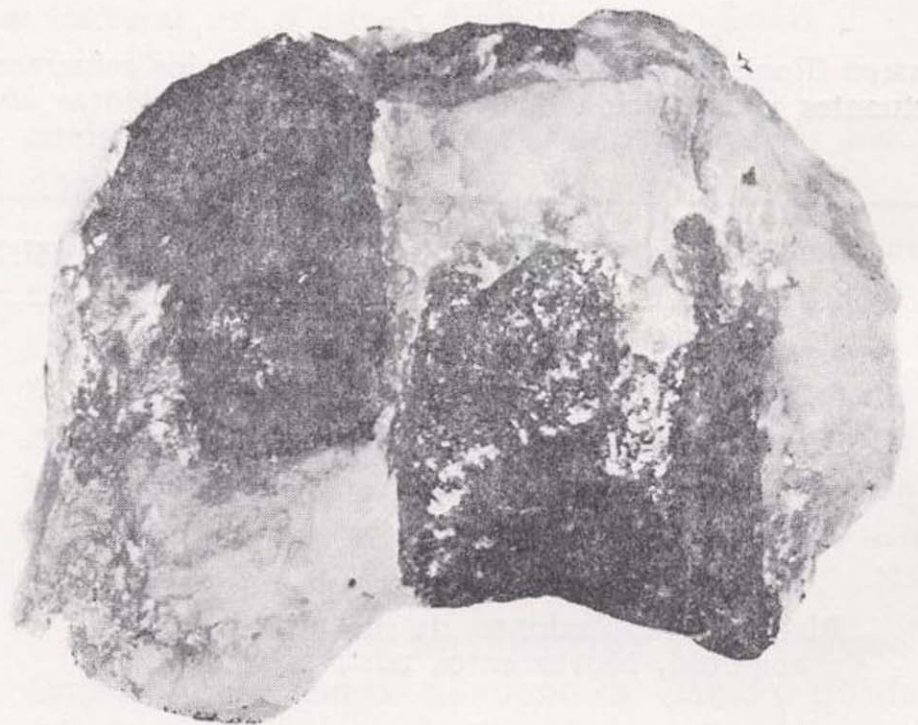


Figura 6

Muestra de casiterita engarzada en cuarzo

### *Mina Manolita*

Situada a un kilómetro al norte de la aldea de Calabor. La paragénesis está constituida por casiterita, mispíquel y cuarzo. La roca de caja son micaesquistos con turmalina y clorita.

Se trata de tres filones de cuarzo mineralizados, cuyas características de sur a norte son: Filón de 1,5 m de potencia, de dirección N 50° E con 40° SE de buzamiento; filón de menos de 80 cm de potencia, de dirección N 60° E/56° SE y filón de 80 cm de potencia, de dirección N 60° E/70° SE. Los filones hacia el norte giran algo y pasada la falla de Calabor adquieren una dirección de N 28° E/60° SE. Se aprecia en esta zona un pequeño socavón de 5 m parado por

## YACIMIENTOS DE CASITERITA

La zona de Calabor puede considerarse como una zona minera muy importante, insuficientemente investigada y ligeramente explotada, estando todas las labores mineras realizadas sobre yacimientos filonianos de casiterita, que se agrupan en tres bandas o franjas constituyendo de norte a sur los yacimientos de Santa Bárbara, Manolita y Casualidad, este último actualmente en explotación.

*Mina de Santa Bárbara o de Valtreixal*

Situada en el kilómetro 15,5 de la carretera de Puebla de Sanabria a la ciudad portuguesa de Braganza. La paragénesis está constituida por casiterita, mispíquel y cuarzo. La roca de caja son micaesquistos turmalinizados formados por mica blanca, turmalina, cuarzo y como accesorio mineral opaco (posible arsenopirita). Dos zonas podemos distinguir en este yacimiento, la llamada mina vieja y la mina nueva o virgen.

La mina vieja está formada por un conjunto de laborales situadas en la margen izquierda del arroyo Valtreixal, entre las que destacan un trincherón a cota superior a la de la carretera de unos 200 m de longitud, 15 m de anchura y unos 10 m de profundidad, afectado sobre un haz de 5 a 6 filones de cuarzo de 20 a 30 cm de potencia, de dirección N 67° E y 50° SE de buzamiento, y una serie de socavones emboquillados a distintas cotas y dirigidos hacia los filones. Estos filones han sido también explotados en cuatro niveles: 985, 940, 920 y 905 m desde la cota del lavadero hasta la superficie. Las corridas continúan hasta el Alto de Repilaos con otra serie de pequeñas labores.

También existen otra serie de labores sobre un pequeño grupo de dos o tres filones de 10 a 30 cm de potencia, de dirección N 75° E con 55° SE de buzamiento, que aparecen en el arranque del camino que desde la carretera sube hacia el transformador.

Las labores antiguas de esta mina vieja no son accesibles.

La mina nueva o virgen situada por encima del trincherón, junto a la tolva, está muy poco explotada. Las labores existentes, algunas accesibles, se realizaron sobre un conjunto de cuatro o cinco filones de 30 a 40 cm de potencia, de dirección N 65° E con 75° SE de buzamiento. Los socavones recorridos poseían casiterita diseminada en los filones de cuarzo.

La mineralización de ambas minas arma en filones de cuarzo de color blanco lechoso, a veces teñidos

por óxidos de hierro con coloraciones rojizas y negras; también poseen concentraciones de mica blanca, observándose asimismo hileras de mica blanca en los contactos de cuarzo con los micaesquistos turmalinizados encajantes. La distancia de los filones entre sí nunca es superior a un metro, son paralelos a la pizarrosidad y aparecen en pequeños grupos de cuatro o cinco que se mantienen paralelos y pueden ser seguidos en largas corridas de cientos de metros.

La casiterita aparece en los filones diseminada en el cuarzo de manera irregular (fig. 6), formando pequeñas concentraciones de alta ley, frágiles y deleznales, reduciéndose fácilmente a polvo con la presión de los dedos. La ley media fue de 3,5 kilogramo por filón extraído.

La mina está inactiva desde el 1 de enero de 1967.



Figura 6

Muestra de casiterita engarzada en cuarzo

*Mina Manolita*

Situada a un kilómetro al norte de la aldea de Calabor. La paragénesis está constituida por casiterita, mispíquel y cuarzo. La roca de caja son micaesquistos con turmalina y clorita.

Se trata de tres filones de cuarzo mineralizados, cuyas características de sur a norte son: Filón de 1,5 m de potencia, de dirección N 50° E con 40° SE de buzamiento; filón de menos de 80 cm de potencia, de dirección N 60° E/56° SE y filón de 80 cm de potencia, de dirección N 60° E/70° SE. Los filones hacia el norte giran algo y pasada la falla de Calabor adquieren una dirección de N 28° E/60° SE. Se aprecia en esta zona un pequeño socavón de 5 m parado por

falta de dinero, que corta a los filones (mina del Chispo). Los filones de cuarzo poseen similares características a los descritos en la mina anterior.

Las labores de la Manolita están hundidas y los pozos Asturianos, pozo Maestro (ambos de 50 m) y otros, se hallan cegados o tapados. Existió un pequeño lavadero.

La roca de caja es un micaesquisto con turmalina y clorita, apreciándose las dos esquistosidades de flujo y crenulación.

*Mina Casualidad o Lombo*

Situada al sur de la aldea de Calabor, próxima a la frontera portuguesa. La paragénesis está constituida por casiterita, mispíquel aurífero y cuarzo. La roca de caja son micacitas con turmalina. La mina posee un pequeño lavadero.

Existen tres zonas o grupos de filones mineralizados, de los cuales el más importante es el grupo central donde está ubicada la explotación abierta, cuyas labores están realizadas prácticamente sobre un único filón de cuarzo de 3 m de potencia, 600 m de corrida y 75 m de profundidad, con una ley de 4 kg/tm, y dirección N 55° E con 42° SE de buzamiento. En 6 u 8 m se han explotado también varias pequeñas venas cuya potencia reducida en cuarzo sería de 1,5 m. La mina tiene seis plantas (la entrada, una por debajo y cuatro hasta la superficie) con unos 40 m aproximadamente de desnivel. Una pequeña falla desplaza dos veces el filón hacia el sur.

La corrida norte está constituida por un grupo de filones situados al norte del que constituye la mina activa, cuyas características de sur a norte son: Filón de 35 cm de potencia de dirección N 42° E/40° SE; filón de 2 m de potencia de dirección N 44° E/42° SE; filón de dirección N 30° E/50° SE.

La corrida sur está formada por los siguientes filones reconocidos: Filón de 40 cm de potencia, de dirección N 70° E/62° SE; filón de 35 cm de potencia, de dirección N 70° E/40° SE; filón de 25 cm de potencia, de dirección N 70° E/60° E.

Todos los filones pasan a Portugal constituyendo la mina de Montesinho, apreciándose desde el territorio español, parte de las labores portuguesas.

La mineralización es brillante, oscura, acaramelada, a veces fibrosa, arma en filones de cuarzo con mica en las salbandas y en los filones satélites que atraviesan las pizarras de igual característica a los anteriormente descritos.

En las proximidades de las zonas mineralizadas hay pizarras mosqueadas (también en los otros dos

grupos mineros) y la roca de caja es una micacita con turmalina, gris oscura y dura, apreciándose dos esquistosidades: la primera y principal de flujo, bien desarrollada, marcada por la orientación de las láminas de mica blanca y la segunda que produce una suave crenulación, flexionando y/o fracturando los cristales de mica blanca y turmalina.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los yacimientos primarios de estaño y wolframio son sobre todo conocidos en las cadenas hercínicas (Cornouailles, Portugal, España, Marruecos) donde los macizos graníticos no están profundamente erosionados, apareciendo el estaño y el wolframio, a la luz de las prospecciones más recientes, en estrecha relación con apófisis o cúpulas graníticas visibles o situadas a poca profundidad (reveladas por el metamorfismo de contacto y otra serie de fenómenos). Esto sirve de guía al geólogo que puede hacer sus prospecciones en la proximidad de las manchas graníticas, teniendo también en cuenta las alteraciones en el contacto, en particular caolinización, muscovitización y turmalinización.

Se considera de gran interés el conocimiento de las estructuras graníticas en profundidad, porque cuando existen filones de cuarzo estanníferos en el exocontacto, se da a veces en zonas más profundas un tránsito a depósitos de tipo greissen al llegar a la parte apical del granito.

En la zona cartografiada existe un granito alcalino de dos micas de gran extensión y una pequeña apófisis constituida principalmente por granitos aplíticos que ha sufrido respecto al anterior, una mayor intensidad en las transformaciones deutéricas (albitización, muscovitización y formación tardía de apatito). Esta pequeña apófisis aplítica situada en las proximidades del Balneario, es semejante a las diferenciaciones cupuliformes citadas en diversos batolitos de Salamanca y Cáceres, y de singular importancia en cuanto a la posible localización de los filones de cuarzo y zonas de greissen.

La aureola de metamorfismo de contacto que se manifiesta en los tres yacimientos de Calabor, podría ser efecto de una cúpula granítica oculta, en el supuesto de una intrusión granítica subyacente todavía desconocida incluso en los trabajos mineros, que no sería sino una prolongación del granito de cúpula del Balneario y en definitiva del batolito que aflora al oeste. La casiterita está localizada en las partes de los filones encajados en las zonas de meta-

morfismo de contacto, pasando rara vez el límite de la aureola.

Desde el punto de vista minero el control tectónico de los filones mineralizados ha puesto en evidencia el paralelismo existente entre los filones de cuarzo y los planos  $S_2$  de pizarrosidad. Dichos filones, que se presentan como relleno de fracturas de dirección media N 69° E y buzamiento de 60° al SE, no existiendo tránsito gradual con la roca encajante, corresponden a diaclasas de extensión *ab*, que no se rellenaron durante una sola etapa de mineralización, sino que fueron varias veces activadas originando sucesivas reaperturas y deposiciones. La potencia de los filones oscila de 20 a 50 cm.

Las muestras estudiadas de los distintos filones de cuarzo mineralizados, están constituidas prácticamente en su totalidad por este mineral, que se presenta, en general, formando grandes cristales y como único constituyente accesorio mica blanca.

Como consecuencia de la intrusión granítica, la mineralización va precedida de un proceso metasomático de turmalinización y muscovitización de la roca de caja (micasquitos). La muscovitización es frecuente y abundante en los filones de cuarzo mineralizados (sirve de guía para los mineros en su prospección), donde la muscovita forma costras o masas tanto en el seno mismo de los filones de cuarzo, como en las salbandas formando hileras, originándose una zonalidad en los filones del centro a los hastiales, sucediéndose cuarzo y mica blanca; la casiterita está concentrada especialmente en las partes ricas en muscovita, donde ambos minerales pueden amoldarse recíprocamente.

La mineralización de los tres grupos mineros estudiados, Santa Bárbara, Manolita y Casualidad, está constituida esencialmente por casiterita fracturada como componente fundamental, cuarzo y mica blanca como subordinados e hidróxidos de hierro como accesorios. La casiterita se presenta en gruesos cristales alotriomorfos de hasta un centímetro y superiores, con coloraciones que varían entre incoloro y rosa intenso, distribuidas zonal o irregularmente y con maclado polisintético. El cuarzo y la muscovita ocupan los espacios entre los cristales de casiterita o rellenando diversas fracturas que la atraviesan.

Los tres componentes esenciales, casiterita, cuarzo y mica blanca presentan efectos de deformación mecánica: extinciones onduladas en general, flexionamiento de la muscovita, recristalización del cuarzo y fracturación intensa (fracturas que son ocupadas por los hidróxidos de hierro).

La abundancia de cristales alotriomorfos y la intensidad de los efectos de deformación mecánica que les ha afectado (por tanto la actuación de los esfuerzos tectónicos ha sido posterior a la cristalización), hace pensar que su cristalización tuvo lugar a temperaturas relativamente altas.

Los yacimientos de Calabor se caracterizan por la ausencia casi total de wolframita, lo mismo que el vecino criadero portugués de Montesinho, por lo que la paragénesis se presenta muy simple, prácticamente estannífera. Presentan como carácter particular la presencia casi exclusiva de minerales de alta temperatura.

#### AGRADECIMIENTOS

A los ingenieros de la E. N. ADARO, doña Aurora Argüelles por el estudio petrológico de las muestras y don Joaquín Armengot por su dirección, ayuda y crítica a lo largo del mismo.

Agradecemos al Instituto Geológico en las personas de los ingenieros don Fernando Vázquez, Director de la División de Investigaciones Mineras y don Carlos Castell, Supervisor del Proyecto, las facilidades dadas para la publicación de este trabajo.

Asimismo a don Francisco Díez Folgado, propietario de la mina Casualidad y a Manuel, encargado de la misma, por su amabilidad y ayuda.

A los vecinos de Calabor, Angel "El Badocas", vigilante de Santa Bárbara, "El Pardo", minero de la Manolita y Joaquín "El Calero", por su valiosa cooperación durante el trabajo de campo.

Por último a don Rafael Garrido por la delimitación de las figuras.

#### BIBLIOGRAFIA

- BENES, K. y HANUS, V.: *Structural control and history of origin of hydrothermal metallogeny in Western Cuba*. "Min. Deposita", 2, pp. 318-33. Berlín (1967).
- BILLINGS, M. P.: *Structural geology*, 2.ª ed., 514 p. "Prentice-Hall." (1958).
- BODEGA, F.: *Visita a las concesiones de explotación "Calabor 825" y "Calabor 830" (Zamora)*. "Enadimsa" (inédito) (1974).
- BONNE, A. y MOREAU, J.: *Etude structurale du gisement de wolframite d'Enguialès (Massif Central français)*. "Mineral Deposita", 8, pp. 57-63. Berlín (1973).

- CASTROVIEJO, R.: *Estudio geológico y metalogénico de la zona de Bedríz (Orense) y de sus yacimientos minerales de Sn-W*. "Bol. Inst. Geol. Min. Esp.", Madrid, t. 86-III, pp. 262-276 y t. 86-IV, pp. 388-415 (1975).
- CERVEIRA, A.: *As Minas de Montesinho*. "Bol. Minas", 4, pp. 211-224. Lisboa (1967).
- CONDE, L. N.; PEREIRA, V.; RIBEIRO, A., y THADEU, D.: *Jazigos Hipogénicos de estaño e volfrâmio*. I. Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica. Lisboa, 81 p. (1971).
- GARCÍA-PUELLES: *Estudio Técnico-Industrial de yacimientos metalíferos, zona del norte de la provincia de Zamora (Calabor)* (1921).
- HOBBS, B.; MEANS, W. y WILLIAMS, P.: *An outline of Structural Geology*. "John Wiley & Inc." New York. London, 571 p. (1976).
- HOSKING, K. F. G.: *The search for tin*. "Mining Magazine", vol. 113, núms. 4, 5, 6 (1965).
- MARTÍNEZ GARCÍA, E.: *Deformación y metamorfismo en la zona de Sanabria*. "Studia Geológica", V, pp. 7-106. Salamanca (1973).
- MATTE, PH.: *La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne)*. "Trav. Lab. Geol." Univ. Grenoble, t. 44, pp. 153-281 (1968).
- MC MAHON MOORE, J.: *A mechanical interpretation of the vein and dyke systems of the S. W. England orefield*. "Min Depos.", 10, pp. 374-388. Berlín (1975).
- PELISSONNIER, H.: *Essai d'interprétation tectonique du champ filonien de Chibrax, près Taouz (Maroc)*. "Annales des Mines", v. XII, pp. 25-40 (1956).
- *Tectonique cassante et minéralisations*. "Mem hors-série Soc. Géol. de France", núm. 7, pp. 181-188 (1976).
- RIBEIRO, A.: *Contrôle estrutural da mineralização de estanho e wolfrâmio em Trás-os-Montes oriental*. "Bol. Minas", 5, pp. 306-307. Lisboa (1968).
- SAINSBURY, C. L. y HAMILTON, J. C.: *Geology of lode tin deposits*. "International Tin Council". London (1967).
- STOKES, W. L.: *Relation of fault trend and mineralization, Eastern Great Basin, Utah*. "Economic Geology", v. 63, pp. 751-759 (1968).
- TURNER, F. J. y WEISS, L. E.: *Structural analysis of metamorphic tectonites*. "Mc Graw. Hill". New York, London, 545 p (1963).
- THADEU, D.: *Les gisements stannio-wolframitiques de Portugal*. "Ann. Soc. Géol. de Belgique", t. 96, pp. 5-30 (1973).
- THADEU, D. y AIRES BARROS, L.: *Influence du milieu et du processus de mise en place sur les gisements stannio-wolframitiques de Santa Eulalia et de Gois (Portugal) (Colloque en hommage au professeur Raguin)*. "Masson et Cie.". Paris (1973).
- WEAVER, J. D.: *Jointing along the Swansea Valley Disturbance between Clydach and Hay-on-Wye, South Wales*. "Geol. Mag.", 111 (4), pp. 329-336 (1974).
- YPMA, P. J. M.: *Sumario de la mineralización metalífera y su génesis en Galicia occidental (España)*. "Leidse Geol. Med.", 36, pp. 279-291 (1966).

Recibido: Julio 1978.

## Características hidrogeológicas de la cuenca del río Záncara en los alrededores de Alberca de Záncara (Cuenca)

Por J. GONZALEZ MAS (\*) y F. LOPEZ VERA (\*)

### RESUMEN

La cuenca del río Záncara, en los alrededores de Alberca de Záncara, presenta un gran interés hidrogeológico, tanto desde el punto de vista del aprovechamiento de las aguas subterráneas para la agricultura, como por las peculiaridades geológicas de la región.

La disposición de las unidades litoestratigráficas da lugar a un complejo sistema de hidrogeológico integrado por numerosos acuíferos de características físicas muy dispares. La estructura complica considerablemente la geometría de los acuíferos y ejerce un fuerte control sobre el flujo del agua subterránea.

La infiltración en los acuíferos calcáreos es rápida, identificándose en las oscilaciones del nivel piezométrico, incluso en episodios lluviosos de período de días.

### ABSTRACT

Záncara river basin, situated in the environment of Alberca de Záncara, shows a great hidrogeological interest, both from the point of view of underground water for agricultural purposes and also because geological particularities of the region.

The litoestratigraphic system, integrated by many acuífer with very different fisic characteristics. Geological structure complicates considerably acuífers geometry and it makes a strong control on the underground water flows.

Infiltration in limestone acuífers is very quick and can be appreciated because the oscilations of piezometric level produced including short rain periods.

### INTRODUCCION

La zona que hemos estudiado tiene un particular interés, desde el punto de vista hidrogeológico, dada la demanda de agua para la agricultura.

El aprovechamiento de las aguas del río Záncara no es suficiente, por el escaso caudal que posee, ni recomendable debido al elevado contenido en sales en sus aguas.

Por otra parte, el abastecimiento a los núcleos urbanos y rurales existentes en la región es, en muchos casos, totalmente insuficiente, encontrándose los pozos a partir de los cuales se realiza dicho abastecimiento, contaminados por las aguas residuales.

Geográficamente esta zona se encuentra situada

en el borde Este de la Meseta Ibérica, encajada entre los Montes Ibéricos y los Montes de Toledo cerrándose al Sur por la gran llanura manchega. Su extensión superficial es de unos 300 km<sup>2</sup>, perteneciendo a los términos municipales de Villar de la Encina, Rada de Haro, Belmonte, Villaescusa de Haro, La Alberca de Záncara, Las Pedroñeras, El Provencio y San Clemente (fig. 1).

Es una región fundamentalmente llana, tanto más cuanto más nos desplazamos hacia el Sur, existiendo hacia el Norte de la misma un conjunto de suaves elevaciones pertenecientes a la digitación meridional de la Sierra de Altomira. Calculamos una altitud media para la zona de unos 760 m.

El río principal es el Záncara, que cruza la región de Norte a Sur en un recorrido aproximado de 36 kilómetros, recogiendo las aguas de los pequeños arroyos y torrentes que drenan la zona.

(\*) Departamento de Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid.

Desde el punto de vista geológico, la zona estudiada ocupa una de las depresiones terciarias de la Meseta, rellena de sedimentos procedentes de la erosión de los sistemas montañosos circundantes; estos compuestos por unas alineaciones montañosas muy suaves formadas por rocas carbonatadas y detríticas mesozoicas y rocas detríticas del terciario inferior. Estas alineaciones corresponden a las estribaciones meridionales de la Sierra de Altomira. El conjunto

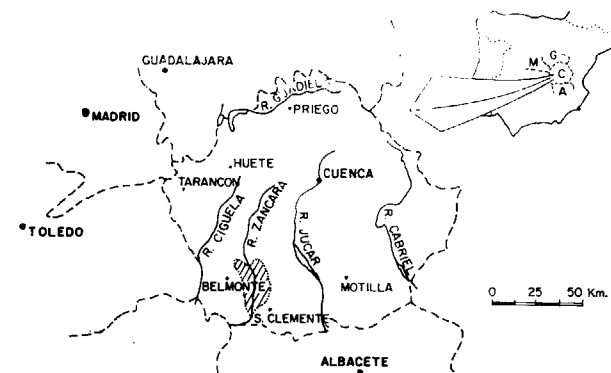


Figura 1

Esquema de situación de la Zona estudiada.

se encuentra intensamente plegado. Entre estas alineaciones montañosas, que normalmente coinciden con anticlinorios, se sitúan valles (correspondientes a sinclinorios) rellenos por materiales detríticos y evaporíticos más modernos, es decir, terciario medio superior y cuaternario.

Los principales objetivos perseguidos en este trabajo son:

- Situar y localizar los acuíferos fundamentales.
- Conocer las propiedades físicas que los rigen.
- Analizar las principales características hidroquímicas de las aguas subterráneas que los componen.

La metodología utilizada ha sido:

- Estudio geológico detallado y enfocado hacia los principales objetivos del trabajo.
- Elaboración de un inventario de puntos de agua lo más amplio y representativo posible, localizándose cerca de 100 puntos entre pozos y manantiales.

— Por último, realización de una campaña de obtención de muestras de agua superficial y subterránea para su análisis y posterior interpretación.

### PRINCIPALES CARACTERISTICAS FISICAS

#### Litoestratigrafía.

La litoestratigrafía de la región y las edades atribuidas a las unidades en función de su posición y datos bibliográficos son:

— Jurásico y Cretácico.—Constituidos fundamentalmente por calizas y dolomías con niveles interestratificados de margas y arcillas.

En la base del Cretácico aparecen las típicas "facies Utrillas" que descansan discordantes sobre el Jurásico Superior (cuadro 1).

La potencia total del Jurásico, según MINGARRO MARTÍN (1966) es de unos 200 m. El Cretácico se presenta con una potencia que oscila entre 80 y 120 m.

— Eoceno inf. Oligeno inf.—Formado por calizas, conglomerados y areniscas. Se apoya concordantemente sobre el Cretácico Superior. Los agrupamos dentro de la unidad litoestratigráfica que denominamos como Unidad Detrítica Basal (U. D. B.), PÉREZ GONZÁLEZ, A. et. al. (1971).

— Oligeno med. Mioceno Inf.— Constituido fundamentalmente por arcillas y margas que descansan sobre U. D. B. en discordancia angular (fig. 4), los agrupamos bajo la denominación de Unidad Detrítica Terminal (U. D. T.).

— Mioceno med.—Se dispone rellenando las depresiones existentes entre las ramas mesozoicas y terciarias, fosilizando, en muchos puntos, el relieve creado por estos materiales.

Está constituido por arcillas, margas, areniscas, conglomerados y yesos, observándose una cierta disposición espacial de estos materiales, sobre todo en la mitad septentrional de la zona.

— Mioceno.—Concordante con el anterior y formado por una alternancia de calizas y margas.

— Pliocuatnario.—Tiene muy poco interés hidrogeológico, estando formado por depósitos coluvia-

CUADRO 1 -

| PERIODOS GEOLOGICOS | PISOS ESTRATIGRAFICOS | FACIES CARACTERISTICAS    | DESCRIPCION LITOLOGICA  | ESPESOR (m) |
|---------------------|-----------------------|---------------------------|---|-------------|
| Holoceno            |                       |                           | Arcillas, limos y cantos  | 1 a 6       |
|                     |                       |                           | Arenas con cantos carbonáticos  | Variable    |
| Pleistoceno         |                       |                           | Arenas con cantos carbonáticos  |             |
|                     |                       |                           | Eluviones y Coluviones  | 1 a 5       |
|                     |                       |                           | Calizas con intercalaciones de margas   | 50 a 100    |
|                     |                       |                           | Areniscas calcáreas, conglomerado calizo, yesos, arcillas y margas.   | Variable    |
| Mioceno             | Pontienne             |                           |   |             |
|                     | Vallesienne           |                           |   |             |
|                     | Vindoboniense         |                           |   |             |
|                     | Burdigaliense         |                           |   |             |
|                     | Aquitaniense          | Unidad Detrítica Terminal | Conglomerados, areniscas y arcillas   | 200         |
|                     | Chattienne            |                           | Conglomerados, areniscas y arcillas   | 250         |
| Oligoceno           | Stampienne            |                           |   |             |
|                     | Sannoisense           |                           |   |             |
|                     |                       |                           |   |             |
| Eoceno              |                       | Unidad Detrítica Basal    | Conglomerados, areniscas, calizas, arcillas y margas.   | 100 a 150   |
|                     |                       |                           | Calizas conglomeráticas, margas y calizas oquerosas.  | 30 a 80     |
| Cretácico           | Senonense             |                           | Dolomías y margas.  | 30 a 40     |
|                     | Turonense             |                           | Alternancia de calizas arenosas, margas y dolomías  | 20          |
|                     | Canomanense           |                           | Arenas, areniscas y lentejones de arcilla   | 15 a 20     |
|                     | Albense               | Facies Utrillas           | Calizas cristalinas, caliza dolomítica y caliza oolítica. Argillitas con yeso. Calizas microcristalinas y calizas algo arenosas. Calizas, calizas margosas y margas arenosas. | 200         |
| Jurásico            |                       |                           |   |             |
|                     |                       |                           |   |             |

les. Se sitúa preferentemente hacia el Sur de la zona.

Además de los conos de derrubios y depósitos eluviales, el Cuaternario de la zona viene caracterizado fundamentalmente por los depósitos aluviales que colmatan parcialmente el valle del río Zancara. Están formados por arcillas y limos con gran cantidad de sulfatos y abundantes lentejones de arenas y cantos.

**Estructura.**

Cabe destacar, en cuanto a la estructura se refiere un conjunto Mesozoico y Terciario (hasta el Burdigaliense s. l. inclusive) que se encuentra plegado. Sobre él y fosilizando parcialmente el relieve creado por éstos, se dispone horizontal o subhorizontalmente el resto del Terciario: MELÉNDEZ HEVIA (1969), SÁNCHEZ SORIA, P. (1973) (figs. 2, 3 y 4).

Los materiales plegados dan lugar a alineaciones de anticlinorios y sinclinorios alternantes con una clara dirección estructural NW-SE. La vergancia general es hacia el Oeste.

El plegamiento, de estilo Jurásico, es denso y apretado al Oeste de la zona, haciéndose más suave y laxo hacia el Este de la misma.

En cuanto a fracturación se refiere, encontramos dos tipos de fallas principalmente: inversas, que son las más abundantes y se sitúan por lo general en las charnelas de los anticlinales en aquellas zonas donde el plegamiento es denso y apretado, y de gravedad, más escasas y situadas hacia el Este de la zona donde el plegamiento es más suave.

El sistema de fracturación general coincide sensiblemente con las direcciones de los ejes de los pliegues y no suele afectar al Terciario plegado.

El diaclasado es muy frecuente, siendo acusado en las charnelas de los pliegues que afectan a los materiales mesozoicos. El tipo de diaclasas dominante es de compresión.

**Geomorfología.**

Quizá el aspecto más importante a destacar, en lo que se refiere a las características hidrogeológicas de la zona, sea la carstificación importante que se aprecia en el Jurásico Superior, en el Turonense-Senonense cretácico y en los yesos miocenos. Son éstos los causantes de las numerosas depresiones (dolinas y uvalas) que se pueden observar en el Terciario detrítico de la zona, sobre todo al Sur de la misma.

Son importantes también las costras calcáreas que se aprecian sobre arcillas terciarias hacia el Sur de la región.

El drenaje general es de tipo paralelo debido al fuerte control topográfico que rige en la zona y al relieve de tipo conforme.

**Climatología e hidrología superficial.**

La zona que estudiamos se caracteriza climáticamente por una gran oscilación térmica. A grandes rasgos diremos que entre enero y julio la oscilación rebasa los 20°.

Las temperaturas mínimas medias son de las más bajas de la Península, alcanzándose los -6° C. Las temperaturas máximas medias son muy elevadas, llegando hasta los 40°. La temperatura media en la región oscila entre los 12° y los 14°.

En cuanto a precipitación, diremos que el número de días de lluvia al año oscila entre 40 y 80, variando éste de Sur a Norte de la zona, siendo la precipitación anual de unos 450 mm.

La precipitación estival es prácticamente nula, siendo marzo, abril, octubre y noviembre los meses más lluviosos. La nieve es poco frecuente en toda la zona.

La evapotranspiración real varía entre los 200 mm al Norte de la región y 300 mm al Sur de la misma.

En la estación de aforos núm. 204 (El Provencio) el río Zancara produce una aportación media de 50 Hm³ para un período de veinte años, registrándose los mayores caudales en marzo-abril y octubre-noviembre, coincidiendo aproximadamente con los períodos húmedos de la región; por el contrario, en los períodos secos de ésta, es cuando dicho caudal es mínimo, correspondiendo a los meses de julio y agosto.

Caudales nulos no se aprecian casi nunca en el período estudiado.

**Acuíferos reconocidos.**

En la zona estudiada hemos distinguido tres Sistemas Hidrogeológicos:

- Sistema Hidrogeológico del Mesozoico.
- Sistema Hidrogeológico del Terciario.
- Sistema Hidrogeológico del Cuaternario.

Los más importantes, a efectos prácticos, son los acuíferos del Mesozoico, aunque también tienen importancia los del Terciario y Cuaternario (cuadro 2).

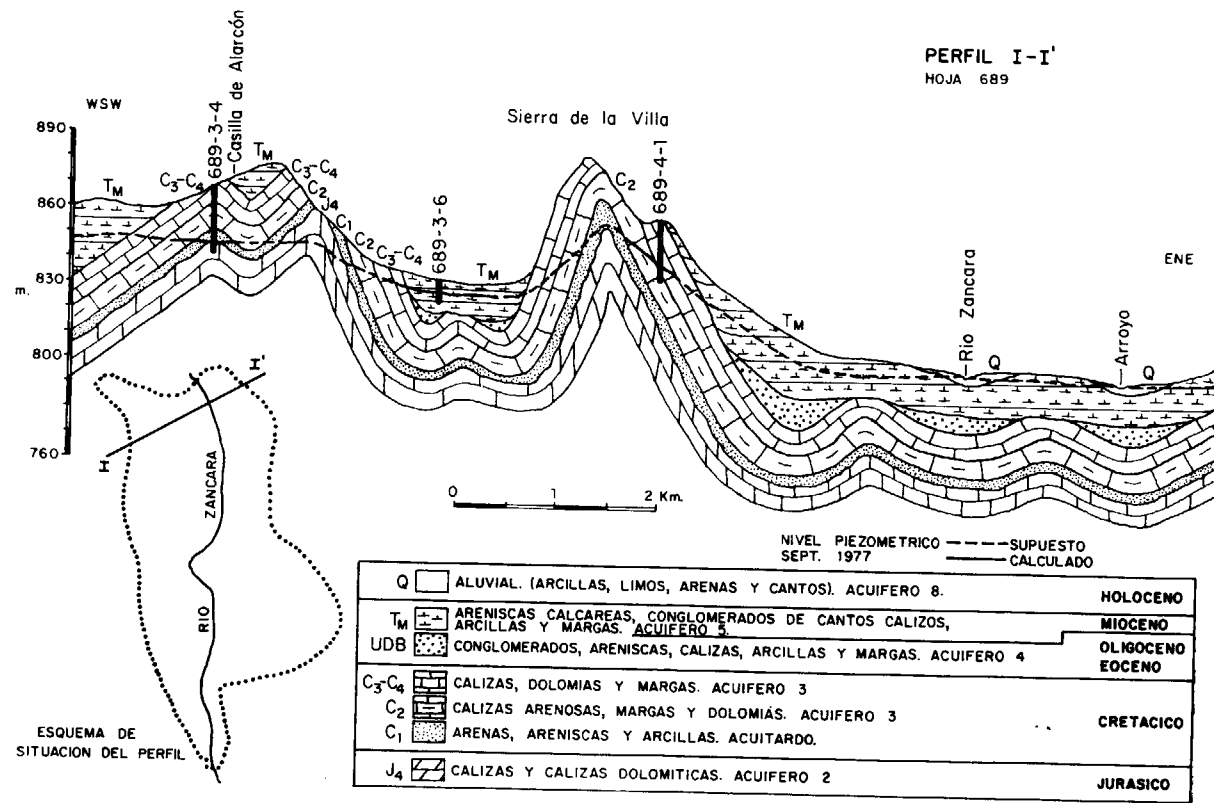


Figura 2

Perfil hidrogeológico transversal.

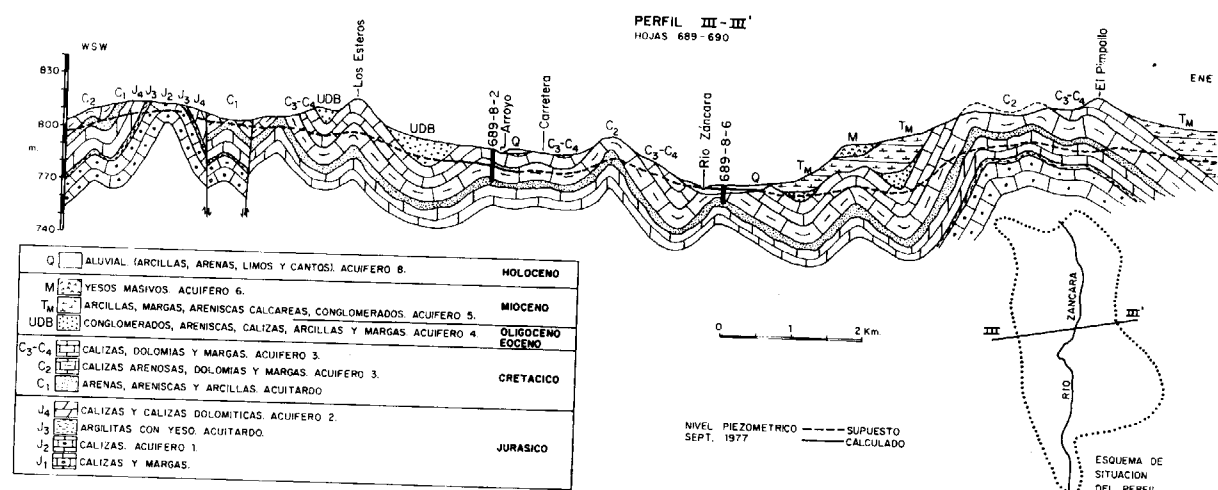


Figura 3

Perfil hidrogeológico transversal.

En el primer sistema hemos considerado tres acuíferos: dos en el Jurásico y uno en el Cretácico.

Tienen las siguientes características comunes:

— Su geometría es difícil de determinar debido al plegamiento que afecta a las rocas que los forman.

— La continuidad vertical queda truncada por niveles margosos poco potentes que actúan como acuitardos.

— La continuidad lateral se ve interrumpida con relativa frecuencia por la existencia de fallas inversas. Este efecto parece atenuarse en el acuífero cretácico.

permeabilidad (acuitardos) que en algunos casos podrían aislar algún acuífero dentro de éste.

Se comporta como acuífero libre en la mayoría de las ocasiones, siendo en otras semiconfinado.

La recarga procede, principalmente, de la infiltración del agua de lluvia, realizándose el drenaje mediante la efluencia del Zancara (fig. 5) y la conexión hidráulica con otros acuíferos.

En el terciario reconocemos los siguientes acuíferos:

— Acuíferos detríticos:

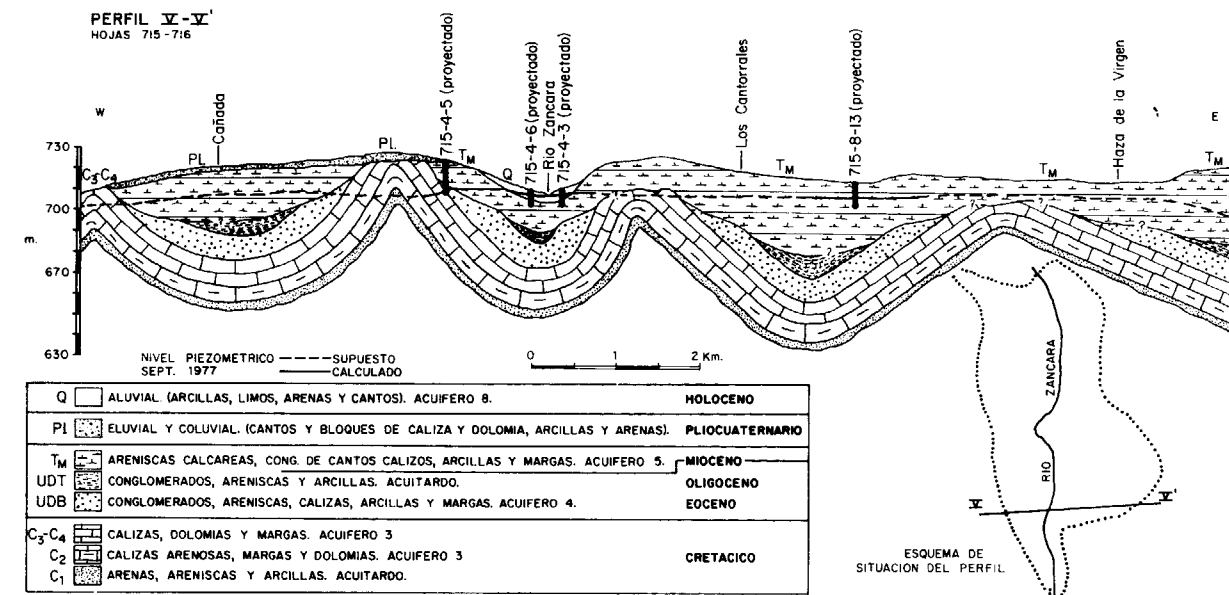


Figura 4

Perfil hidrogeológico transversal por la zona baja.

**Acuífero núm. 1.** Se sitúa en calizas microcristalinas fisuradas y calizas arenosas; está limitado por dos acuitardos (cuadro 2).

**Acuífero núm. 2.** Emplazado en calizas y calizas dolomíticas carstificadas.

Ambos acuíferos son semiconfinados, efectuándose la recarga mediante la infiltración de agua de lluvia y el drenaje a través del sistema de acuíferos del río Júcar (E. de la zona).

**Acuífero núm. 3.** Es un acuífero formado por calizas y dolomías del Cretácico superior.

Posee numerosos tramos de materiales con baja

— Acuífero en la Unidad Detrítica Basal (U. D. B.).

— Acuífero en el Mioceno med.

— Acuíferos salinos.

— Acuíferos calcáreos (cuadro 2).

**Acuífero en la U. D. B. (núm. 4).** Se sitúan sobre calizas, conglomerados y areniscas.

Su geometría es difícil de estudiar debido al plegamiento que afecta a los materiales.

La continuidad lateral se ve truncada en los anticlinales mesozoicos por erosión (figs. 2, 3 y 5); sin embargo, la continuidad vertical es clara.



Es un acuífero semiconfinado y emplazado, generalmente, en sinclinales mesozoicos.

La recarga procede principalmente de su conexión hidráulica con el Cretácico y por la infiltración del agua de lluvia. El drenaje se realiza a través del acuífero del Mioceno medio (cuadro 3).

*Acuífero en el Mioceno medio (núm. 5).* Sobre conglomerados, areniscas, arcillas y margas. Tiene una gran extensión superficial (aproximadamente el 60 por 100 de la zona) pero escaso rendimiento hidrogeológico.

La continuidad lateral es variable con los cambios de facies apreciables, siendo aceptable su continuidad vertical.

Es un acuífero libre cuya recarga procede de la infiltración del agua de lluvia, de su conexión hidráulica con el Záncara (al Sur de la zona) y con otros acuíferos (ver cuadro 3). El drenaje se efectúa principalmente mediante el conjunto de acuíferos que componen el Sistema Hidrogeológico de la Mancha; menos importancia tiene el producido por bombeos y en algunos casos por evapotranspiración.

*Acuífero salino del Mioceno medio (núm. 6).* Constituido en yesos sacaroideos masivos con cantidades apreciables de cloruros. Posee una continuidad lateral y vertical aceptables, produciéndose la recarga por la infiltración del agua de lluvia en los casos en que se comporta como acuífero libre y cuando es confinado, por su conexión hidráulica con el acuífero detrítico del Mioceno medio. El drenaje es pobre y se realiza a favor de bombeos.

*Acuífero carbonatado del Mioceno superior (número 7).* Tiene escaso interés dentro de la zona de trabajo debido a que apenas existen afloramientos; únicamente al Sur y al Este de la región se pueden apreciar; se sitúan en calizas oquerosas con niveles margosos intercalados de poco espesor.

*Acuífero aluvial Cuaternario (núm. 8).* Está formado en las arenas y cantos del aluvial del río Záncara. Se comporta como acuífero libre teniendo una continuidad lateral y vertical aceptable.

La infiltración del agua de lluvia, su conexión hidráulica con el Cretácico al Norte de la zona y la recarga que le induce al Sur de la misma el Záncara, son sus principales fuentes de alimentación.

El drenaje se realiza al Norte de la zona, a favor del Záncara. También son importantes los efectos producidos por los bombeos y la evapotranspiración (cuadro 3).

PRINCIPALES CARACTERISTICAS HIDROGEOQUIMICAS

La composición media de las aguas subterráneas de los distintos acuíferos se encuentra resumida en el cuadro 4.

Sintetizando los resultados obtenidos de los análisis químicos y de su correspondiente representación en diagramas de potabilidad Piper-Hill-Langelier y Schöeller-Berkaloff, podemos decir que las aguas subterráneas de la zona se encuentran incluidas dentro de dos tipos geoquímicos: Bicarbonatadas cálcico-magnésicas (acuíferos mesozoicos 1, 2, 3 y el Terciario emplazado en U. D. B., núm. 4) y sulfatadas y cloruradas cálcico-magnésicas (acuíferos terciarios 5 y 6 y el Cuaternario, núm. 8).

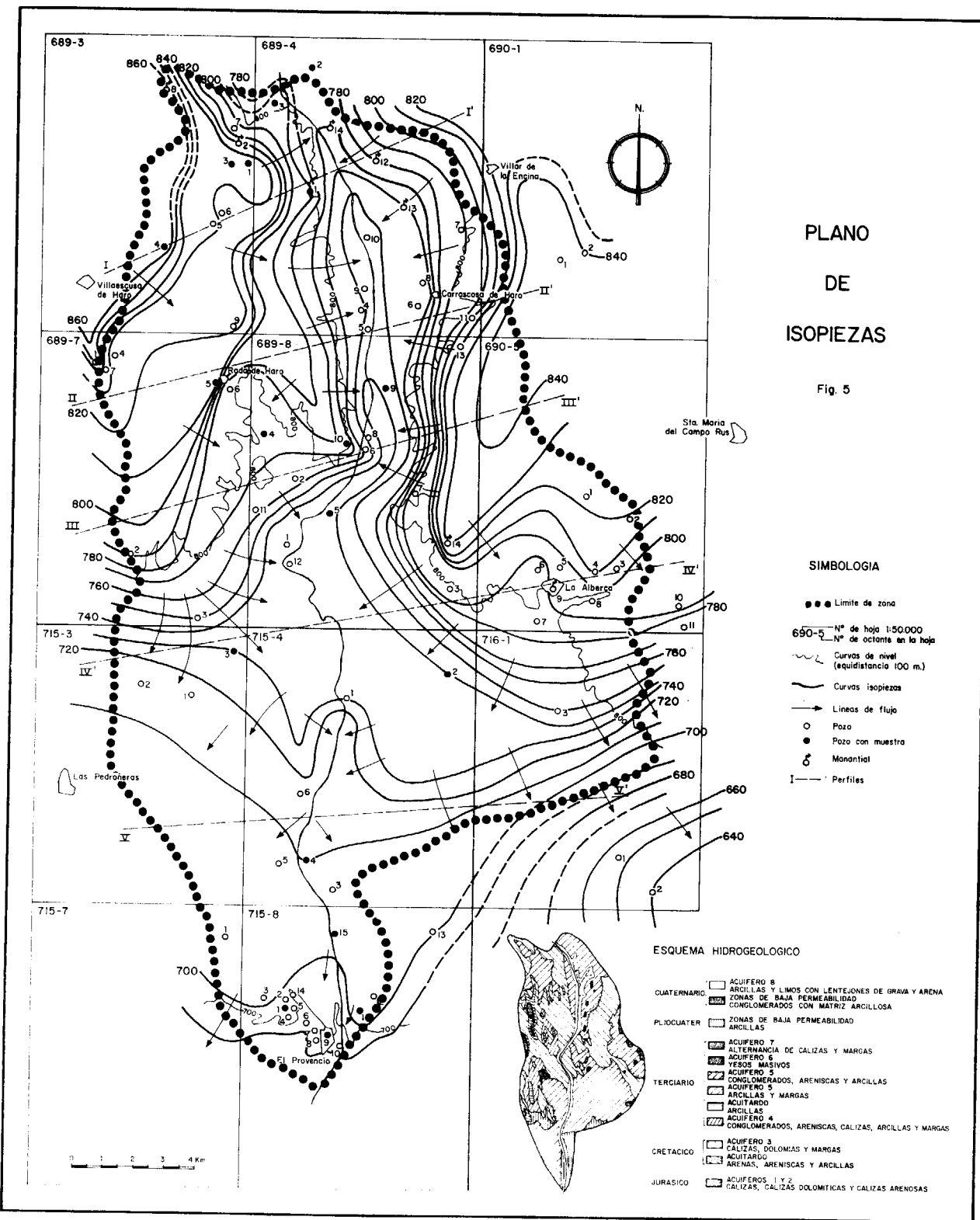
La composición química de las aguas subterráneas estudiadas se mantiene aproximadamente constante en los acuíferos jurásicos (números 1 y 2), de la Unidad Detrítica Basal (número 4) y terciario salino (número 6); en los restantes varía debido a los procesos de mezcla de aguas y a la heterogeneidad litológica dentro de un mismo acuífero.

Los procesos de mezcla de aguas entre los distintos acuíferos están favorecidos por la efluencia (al N de la zona) y la influencia (al S de la zona) del Záncara y por las direcciones predominantes del flujo subterráneo en el resto de la región.

Como resultado de la representación gráfica en diagramas de Schöeller-Berkaloff de las distintas muestras de agua obtenidas, podemos decir que las aguas subterráneas de la región poseen unas características muy similares, existiendo —desde el punto de vista hidrogeoquímico— un paralelismo en sus propiedades.

A partir de ph de las aguas y de su ph de equilibrio, hemos determinado que dominan las aguas de tipo incrustante sobre las agresivas; éstas tan sólo se presentan de manera puntual al Sur de la zona.

Las aguas de los acuíferos mesozoicos y las del acuífero en la Unidad Detrítica Basal, son potables, aunque algo duras; las correspondientes al acuífero detrítico del Terciario medio (núm. 5) son sanitaria-



PLANO DE ISOPIEZAS

Fig. 5

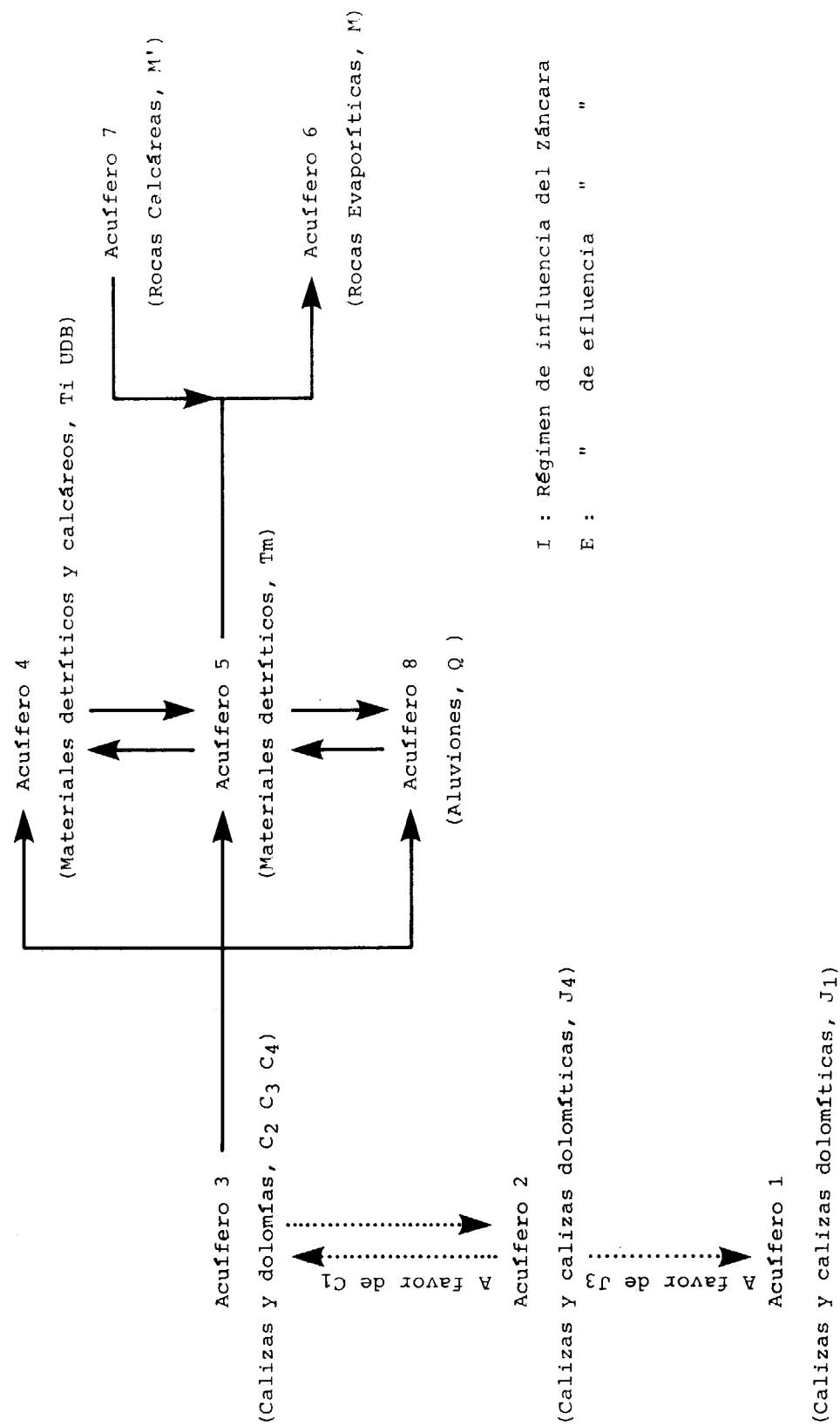
Figura 5

- CUADRO 2 -

| SISTEMA ACUIFERO | NUMERO DE ACUIFERO Y EDAD                                      | DESCRIPCION LITOLOGICA                          | PERMEABILIDAD                | ESPESOR SATURADO (m) | TRANSMISIVIDAD m <sup>2</sup> /día       |
|------------------|--|---|------------------------------|----------------------|--|
| Cuaternario      | Acuífero 8 Holoceno (Q)  | Arcillas, limos con Lentexones de grava y arena | 100 - 200 m/día a 0,9 mm/día | 3 - 5                | 400 a 36 x 10 <sup>-5</sup>              |
|                  | Acuífero 7 Pontienne (M')                                      | Calizas y margas Alternantes                    | ?                            | ?                    | ?  |
|                  | Acuífero 6 Vindoboniense-Vallesiense (M)                       | Yesos   | ?                            | 5 - 10               | ?  |
|                  | Acuífero 5 Vindoboniense-Vallesiense (M)                       | Arcillas, margas, conglomerados calizos y       | 0,01-0,075 mm/día            | 13 - 20              | 20x10 <sup>-2</sup> -13x10 <sup>-4</sup> |
| Terciario        | Acuífero 4 Unidad Detrítica Basal. Eoceno-Oligoceno inf. (T5). | Conglomerados, arcillas, margas y calizas.      | 30-75 cm/día                 | 20 - 30              | 15                                       |
|                  | Acuífero 3 Senonense (C4) Turonense (C3) Cenomanense (C2)      | Calizas y dolomías                              | 1 - 1,5 m/día                | 60 - 80              | 70 - 120                                 |
|                  | Acuífero 2 Jurásico (J4)                                       | Calizas y calizas dolomíticas                   | 70 - 80 m/día                | 50 - 60              | 3.500 - 4.800                            |
| Mesozoico        | Acuífero 1 Jurásico (J2)                                       | Calizas y calizas arenosas                      | 40 - 45 m/día                | 25 - 30              | 1.000 - 1.350                            |

- CUADRO 3 -

Relaciones entre los acuíferos



CUADRO 4 -

COMPOSICION MEDIA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LOS DISTINTOS ACUIFEROS

| ACUIFEROS                     | Concentración en Meq/l |                              |                                |                              |                 |                  |                  |                | C.a 25°<br>/cm | pH  | D.T.<br>°F |
|-------------------------------|------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|----------------|-----|------------|
|                               | Cl <sup>-</sup>        | SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> | CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> | Na <sup>+</sup> | Mg <sup>++</sup> | Ca <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> |                |     |            |
| Acuífero 2<br>(Jurásico)      | 0,60                   | 1,98                         | 6,5                            | -                            | 0,05            | 1,79             | 8,36             | 0,24           | 470            | 8   | 30         |
| Acuífero 3<br>(Cretácico Sup) | 0,20                   | 3,00                         | 4,41                           | -                            | 0,03            | 1,18             | 7,72             | 0,03           | 481            | 7,9 | 30         |
| Acuífero 4<br>(Terciario Inf) | 0,60                   | 1,49                         | 5,20                           | -                            | 0,09            | 1,62             | 7,49             | 0,03           | 580            | 8   | 27         |
| Acuífero 5<br>(Terciario Med) | 1,04                   | 11,09                        | 7,18                           | 0,7                          | 0,07            | 2,02             | 18,52            | 0,44           | 638            | 8,3 | 70         |
| Acuífero 6<br>(Terciario Med) | 0,70                   | 7,91                         | 2,00                           | 1                            | 0,08            | 4,01             | 8,12             | 0,10           | 700            | 8,5 | 93         |
| Acuífero 8<br>(Cuaternario)   | 2,04                   | 12,22                        | 5,17                           | -                            | 0,15            | 3,56             | 17,33            | 0,28           | 645            | 7,9 | 112        |

mente tolerables, siendo impotables las de los acuíferos salinos terciario y cuaternario.

Los procesos de mezcla de aguas pueden tornar impotables o sanitariamente tolerables aguas potables, sobre todo en las zonas donde se produce contacto entre dos unidades hidrogeológicas diferentes.

Las principales características hidrogeoquímicas que presentan las aguas del río Zánacara las podemos resumir de la siguiente forma:

— Se observan variaciones estacionales en la concentración de algunos elementos, principalmente SO<sub>4</sub><sup>=</sup>.

— La elevada concentración en sales se debe a la disolución de los sulfatos existentes en el cuaternario aluvial.

— El residuo seco aumenta mucho en el sentido de la corriente (de 450 a 1.050 mg/l), debido a la mayor concentración en sales existentes en el aluvial del río al Sur de la zona.

— Son aguas, desde el punto de vista geoquímico, sulfatadas y cloruradas cálcico-magnésicas.

— Poseen una gran semejanza, en cuanto a sus propiedades geoquímicas, con la gran mayoría de las aguas subterráneas existentes en la zona.

— Las aguas del río Zánacara se tornan, en el sentido de la corriente, de incrustantes a agresivas.

— Son aguas impotables por la elevada concentración en sulfatos.

CONCLUSIONES

A la vista de lo anteriormente expuesto podemos concluir:

1.º En la zona estudiada y como extrapolación a buena parte de la cordillera Ibérica, existe un sistema complejo de acuíferos múltiples, debido a la especial disposición litoestratigráfica, siendo las relaciones entre los distintos acuíferos complejas.

En esta zona se han reconocido ocho acuíferos con características diferentes y se han establecido sus relaciones mutuas, como se expone en el cuadro 3.

2.º El río Zánacara produce un drenaje sobre los acuíferos del Cretácico, Mioceno medio y Cuaternario, en los primeros 26 kilómetros de recorrido por la zona y alimenta el Mioceno medio y Cuaternario en los 10 kilómetros últimos.

En el plano de isopiezas (fig. 5), pueden apreciarse las direcciones fundamentales del flujo subterráneo que corroboran lo anteriormente expuesto.

Por otra parte, la comunicación hidráulica con muchos de los acuíferos de la zona es clara, como se deduce de los análisis químicos realizados en aguas subterráneas y superficiales y del caudal que el Zánacara posee durante el estío.

3.º Control estructural de los acuíferos. El principal efecto producido por las fallas es el interrumpir la continuidad lateral en los acuíferos.

En las zonas donde el plegamiento es denso y apretado (aproximadamente en la mitad occidental de la región), las fallas inversas y las diaclasas de compresión disminuyen notablemente la permeabilidad de los materiales mesozoicos en las charnelas

Las discordancias erosivas reducen el espesor saturado de algunos acuíferos, por ejemplo, el acuífero jurásico número 2, el cretácico número 3 y el de la Unidad Detrítica Basal número 4.

5.º Las oscilaciones piezométricas que se registran en la zona de estudio son de período largo y se repiten en base a un ciclo anual (fig. 6).

Estas oscilaciones son debidas a causas directas que suponen un cambio en el almacenamiento subterráneo. Son principalmente dos:

- Sucesión de épocas secas y épocas húmedas.
- Variación del nivel del río Zánacara.

En la figura 6 hemos representado la variación del nivel piezométrico en tres años consecutivos (1974-1975-1976) según datos facilitados por el I.G.M.E.,

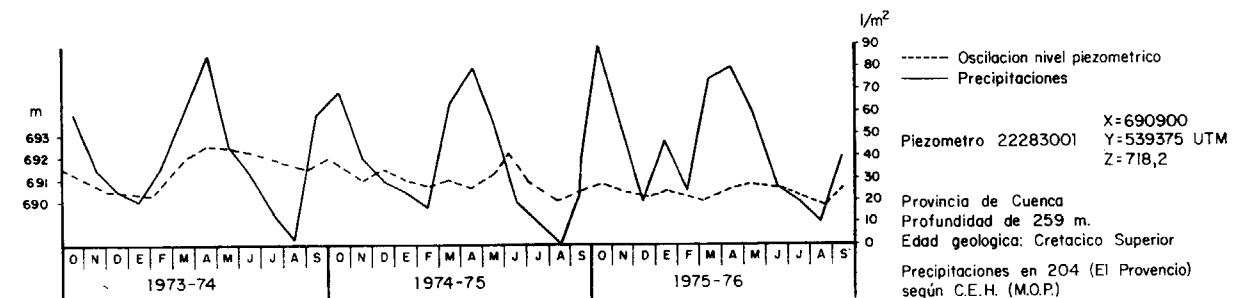


Figura 6

Oscilación del nivel piezométrico-precipitación en el período correspondiente a los años hidráulicos 1973-74, 1974-75, 1975-76, según anuario de evolución de niveles piezométricos I.G.M.E.

de los anticlinorios formados por éstos; lo contrario ocurre en, aproximadamente, la mitad oriental de la región, donde el plegamiento se hace gradualmente más suave y las fallas de gravedad y diaclasas de tensión favorecen la permeabilidad en los anticlinorios.

El plegamiento influye en cuanto al buzamiento de los flancos de los anticlinorios, favoreciendo el flujo hacia el valle del río Zánacara.

4.º El nivel piezométrico regional, como se observa en los perfiles hidrogeológicos (figs. 2, 3 y 4) se adapta sensiblemente a las estructuras plegadas, siendo paralelo a la estratificación en materiales horizontales.

de un piezómetro situado en el borde occidental de la zona, sobre el Cretácico Superior, alcanzando hasta el Jurásico Inferior.

Según dicho gráfico las oscilaciones del nivel responden a variaciones estacionales, donde períodos húmedos suceden a períodos secos. Así, las curvas representadas poseen mínimos que corresponden a las épocas secas (julio-agosto y diciembre-enero), mientras que los máximos responden a épocas húmedas (marzo-abril y septiembre-octubre-noviembre).

La profundidad del nivel piezométrico regional varía aproximadamente desde 40 m en los acuíferos mesozoicos y de la Unidad Detrítica Basal, hasta dos o tres metros en los acuíferos del Cuaternario.

## BIBLIOGRAFIA

GONZÁLEZ MAS, J.: *Hidrogeología de la cuenca del río Zancara en los alrededores de Alberca de Zancara (Cuenca)*. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias. Madrid (inédito) (1978).

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Evolución de los niveles piezométricos en los sistemas acuíferos. Cuenca del Guadiana*. Anuarios 1974, 1975 y 1976. Madrid.

MELÉNDEZ HEVIA, F.: *Estratigrafía y estructura del sector Norte de la Sierra de Altomira (Bolarque-Buendía)*. "Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.", 2-67, núm. 2, pp. 145-160 (1969).

MINGARRO MARTÍN, F.: *Estudio hidrogeológico de la Sierra de Altomira (Cuenca)*. "Boletín Instituto Geológico y Minero de España", t. LXXVII, pp. 141-222 (1966).

PÉREZ GONZÁLEZ, A. y VILAS MINONDO, L.: *Las series continentales al Este de la Sierra de Altomira*. I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica. E. 1-32 pp. 357-37 (1971).

— *Contribución al conocimiento de las series continentales de la Mesa Manchega (Cuenca)*. "Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.", t. 69, pp. 103-144. Madrid (1971).

SÁNCHEZ SORIA, P.: *Síntesis del Cretácico de la Sierra de Altomira*. I Simposio sobre el Cretácico de la Cordillera Ibérica. Cuenca, 1974 (1974).

Recibido: Octubre 1978.

## La historia petrológica del Complejo Ultramáfico de Ronda

Por S. JOHN DICKEY, Jr. (\*) y L. DORIAN NICOL (\*\*)

## RESUMEN

El Complejo Ultramáfico de Ronda, que se levanta próximo a la Costa del Sol, entre Marbella y Estepona (España), representa una parte de un diapiro del manto que se diferenció en profundidad (>70 km) en el manto superior por fusión parcial. Después del proceso de diferenciación, el Complejo recrystalizó a presiones y temperaturas cada vez más bajas al tiempo que se iba localizando en la Zona Interna (Bética) de la Cordillera Bética occidental. El Complejo contiene los restos sólidos de una fusión parcial (peridotitas) y también rocas que o representan verdaderamente las masas fundidas (capas máficas ortomagmáticas) o representan las masas fundidas modificadas por cristalización fraccionada, por reacciones con las rocas encajantes, por emigración de fases líquidas, o por refusión (capas máficas agotadas).

## ABSTRACT

The Ronda Ultramafic Complex, which is exposed near the Costa del Sol between Marbella and Estepona (Spain), represents a slice of a mantle diapir which was differentiated deep (>70 km) in the upper mantle by partial fusion. After differentiation the Complex was recrystallized at successively lower pressures and temperatures until it was emplaced in the Internal (Betic) Zone of the western Betic Cordillera. The Complex contains the solid residues of partial fusion (peridotites) and also rocks which either truly represent liquids (orthomagmatic mafic layers) or represent liquids modified by fractional crystallization, wallrock reactions, liquid extraction, or refusion (depleted mafic layers).

## INTRODUCCION

En la superficie de la tierra se presentan pocos lugares donde masas de rocas ultramáficas y afines han penetrado la litosfera exterior como intrusiones sólidas calientes. Estas intrusiones, llamadas intrusiones de peridotita de alta temperatura (MACKENZIE, 1960; GREEN, 1964), contienen en sus estructuras, composiciones, y mineralogía

una historia detallada de los procesos petrológicos y tectónicos del manto de la tierra. El Complejo Ultramáfico de Ronda, que alcanza una altitud de 1.500 metros sobre la Costa del Sol entre Marbella y Estepona, es el afloramiento más grande del mundo de una intrusión de peridotita de alta temperatura. Cabalgando hacia el Norte desde raíces de alta densidad en el Mar de Alborán, el Complejo Ultramáfico de Ronda representa el fragmento de un diapiro del manto que se diferenció en profundidad en el manto superior, se equilibró a unos 75 kilómetros de la superficie (25 kbar de presión), y recrystalizó a presiones y temperaturas sucesivamente más bajas al tiempo que se iba elevando y localizando en la Zona Interna (Bética) de la Cordillera Bética occidental.

(\*) Department of Earth & Planetary Sciences. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA, USA 02139.

(\*\*) Becario en el Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. Dirección presente: Colorado School of Mines, Golden, CO, USA 80401.

Cartografiado por la primera vez como parte de la Serranía de Ronda por ORUETA (1917), el Complejo Ultramáfico de Ronda fue el objeto de estudios geológicos, petrológicos y geoquímicos realizados por el autor J. S. Dickey, alumnos y colegas entre 1966 y 1978. Este informe resume los resultados de estos estudios especulándose sobre ellos.

El Complejo Ultramáfico es un fragmento metamorfozido de la litosfera inferior. En su condición actual, el Complejo se compone principalmente (95 por 100) de peridotitas, la mayor parte de las cuales están serpentinizadas, con cantidades menores (5 por 100) de segregaciones máficas. Las segregaciones máficas tienen típicamente forma de capas y se aproximan a basaltos picríticos en sus composiciones totales.

La manera según la cual se formaron estas segregaciones máficas sigue siendo un misterio. CARSWELL (1968), KORNPBST (1969) y DICKEY (1970) propusieron que estas segregaciones en las peridotitas de Almklovdalen, Beni Bouchera y Ronda, en ese orden, representan líquidos formados por fusión parcial de la peridotita del manto. Tal fusión parcial explica las rocas mejor que una cristalización fraccionada; no hay necesidad de un magma ultramáfico; la variación química que se observa en la peridotita madre se lograría fácilmente; y las segregaciones se acercan a las composiciones de las cuales los basaltos se podrían derivar. Sin embargo, los esfuerzos por testificación geoquímica, realizados para confirmar la hipótesis de fusión parcial sólo han tenido un éxito marginal, y en el caso del Complejo Ultramáfico de Ronda, estudios geoquímicos y experimentales han demostrado que la fusión parcial por sí sola, no puede explicar las segregaciones máficas tal como actualmente se encuentran.

Los modelos con más éxito propuestos hasta ahora (DICKEY et. al., 1978; SUEN y FREY, 1978) invocan procesos con varias etapas de fusión, precipitaciones y reacciones con las rocas encajantes. De estos modelos se obtiene un panorama nuevo de la evolución de los magmas del manto superior: líquidos protobasálticos engendrados en el manto emigran por fracturas en la peridotita residual; a medida que se van moviendo por estas fracturas, los líquidos cambian de composición precipitando en las paredes de los conductos y por reacciones químicas con la peridotita encajante. Testimonios para estos modelos se encuentran en la geología, mineralogía, y química del Complejo Ultramáfico de Ronda, tal como se presenta a continuación:

RELACIONES GEOLOGICAS Y PETROLOGICAS

El Complejo Ultramáfico de Ronda forma el núcleo de la Zona Interna (Bética) de la Cordillera Bética occidental (Lundeen et. al., en prensa). El Complejo es una hoja o "nappe" que ha cabalgado unos 50 kilómetros hacia el noroeste desde raíces de alta densidad en el Mar Alborán (fig. 1). Un mapa geológico simplificado (fig. 2), derivado de la cartografía a escala 1:50.000 hecha por Lundeen et. al., (en prensa), muestra el Complejo Ultramáfico de Ronda situado entre los gneises metasedimentarios de las Unidades de Casares y de Blanca. El Complejo está rodeado por una aureola metamórfica que llega hasta el grado de cordierita en el contacto. Cuando el Complejo Ultramáfico pasó por encima de la Unidad de Blanca la temperatura de su superficie era de unos 800° C (LOOMIS, 1972). En ese momento, parte, o quizá la totalidad de la Unidad Blanca no estaban metamorfozadas. Fracturas profundas en el fondo de la hoja ultramáfica estaban rellenas por inyecciones de un lodo rico en hidrocarburos que se transformaron inmediatamente en diques de corneanas grafiticas (DICKEY y OBATA, 1974).

Segregaciones máficas dentro de la peridotita se encuentran como capas con contactos netos, con espesores entre un centímetro y tres metros, en las cuales se concentran (con respecto a la peridotita madre) elementos magmáficos, como Si, Ti, Al, Ca y Na. Estas capas máficas tienen composiciones químicas más o menos semejantes (término medio: 47 por 100 SiO<sub>2</sub>, 15 por 100 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 8 por 100 Fe en FeO, 13 por 100 MgO, 14 por 100 CaO, 1 por 100 Na<sub>2</sub>O, y 0,01 por 100 K<sub>2</sub>O) (tabla 1, análisis a). Sin embargo, varían en litología entre piroxenitas granatíferas y gabros olivínicos y están definidas en términos de tres grupos importantes caracterizados por la presencia o ausencia de granate y olivino (1).

Grupo I: Piroxenitas Granatíferas.

- a) Cpx + Gn + Plag.
- b) Cpx + Opx + Gn.
- c) Cpx + Gn.
- d) Cpx + Gn + Plag + Cz.
- e) Cpx + Opx + Gn + Esp (verde).

(1) Abreviaturas: Cpx, clinopiroxeno; Opx, ortopiroxeno; Ol, olivino; Gn, granate; Plag, Plagioclasa; Cz, cuarzo; Esp, espinela; Cm, cromita.

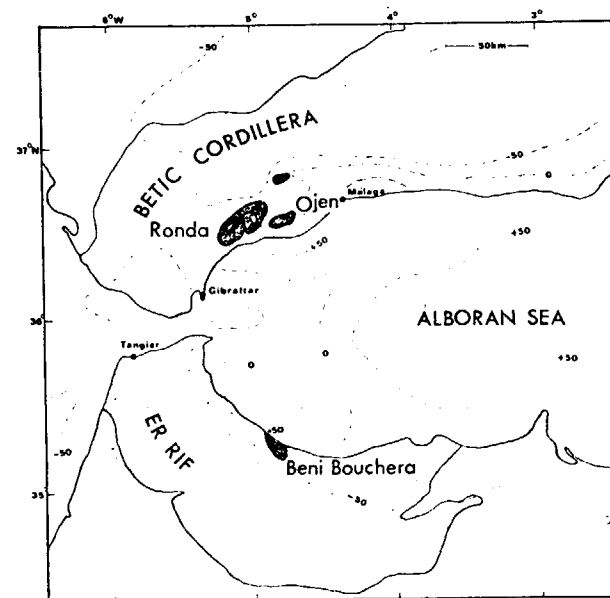


Figura 1

Locaciones de las mayores masas de peridotita en la oroclina Betic-Rif (Dickey y Obata, 1974). Las anomalías "Bouger" de gravedad (en general), representadas como líneas discontinuas, proceden de Bonini et al. (1973). Anomalías positivas tan altas como +110 mgal aparecen dentro de la isogala de +50 mgal al sureste del Complejo ultramáfico de Ronda. Se piensa que la zona de raíces del Complejo Ultramáfico de Ronda corresponde a este máximo de gravedad.

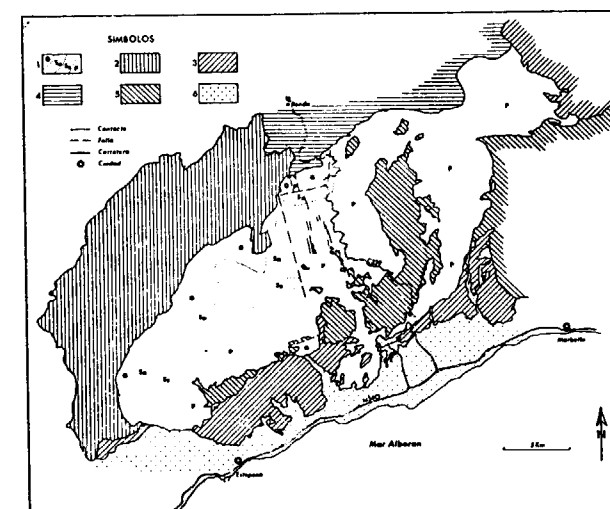


Figura 2

Mapa geológico simplificado del Complejo Ultramáfico de Ronda basado en el mapa geológico a escala 1:50.000 compilado por Lundeen et al. (en prensa). Unidades: 1. Peridotitas de la facies de lherzolita con granate (G), de la subfacies ariegita (Sa), de la subfacies seiland (Ss), y de la facies de lherzolita con plagioclasa (P). 2. Unidad de Casares. 3. Complejo Malaguide. 4. Unidad de Nieves. 5. Unidad de Blanca. 6. Sedimentos posttectónicos.

TABLA 1

Composiciones Químicas de Rocas Reales e Hipotéticas

|                                      | a     | b     | c     | d     | e    | f     |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| SiO <sub>2</sub> .....               | 47,57 | 44,53 | 44,68 | 45,20 | 50,9 | 49,94 |
| TiO <sub>2</sub> .....               | 0,57  | 0,08  | 0,10  | 0,71  | 1,4  | 1,51  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 14,92 | 2,92  | 3,52  | 3,54  | 18,0 | 17,25 |
| FeO* .....                           | 8,31  | 8,04  | 8,05  | 8,47  | 10,4 | 8,71  |
| MgO .....                            | 13,34 | 41,01 | 39,63 | 37,48 | 5,0  | 7,28  |
| CaO .....                            | 13,67 | 2,58  | 3,13  | 3,08  | 10,3 | 11,68 |
| Na <sub>2</sub> O .....              | 1,39  | 0,20  | 0,26  | 0,57  | 2,5  | 2,76  |
| K <sub>2</sub> O .....               | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,13  | ?    | 0,16  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....  | 0,05  | 0,01  | 0,01  | 0,06  | ?    | 0,16  |
| Total .....                          | 99,83 | 99,36 | 99,37 | 99,24 | 98,5 | 99,45 |

(\*) Fe total en FeO.

- a) Término medio de capas máficas del Complejo Ultramáfico de Ronda. 18 análisis de Suen (1978). Trabajo analítico por B. Chapel. El término medio se calculó sin H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y S.
- b) Término medio de peridotitas del Complejo Ultramáfico de Ronda. 8 análisis de Suen (1978) y 8 análisis de B. Chapel (con. pers.). Trabajo analítico por B. Chapel. El término medio se calculó sin H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y S.
- c) Composición media estimada del Complejo Ultramáfico de Ronda, suponiendo una composición de 95 por 100 de peridotita (análisis b) y 5 por 100 de capas máficas (análisis a).
- d) Pyrolita III, modelo de la composición del manto (Green y Ringwood, 1967).
- e) Vidrio de una carga experimental preparado por fusión parcial de una capa máfica a 25 kbar, 1.350° C. Las fases coexistentes eran granate, clinopiroxeno y líquido (DICKEY et. al., 1978).
- f) Tholeiita oceánica media (ENGEL et. al., 1965).

Grupo II: Piroxenitas.

- a) Cpx + Opx + Esp (verde).
- b) Cpx + Opx + Esp (verde) + Plag.
- c) Cpx + Esp (verde).

Grupo III Gabros Olivínicos.

- a) Cpx + Ol + Plag + Opx + Esp (marrón).
- b) Cpx + Ol + Plag + Opx + Cm.

Las rocas ultramáficas en el Complejo de Ronda varían desde la peridotita con granate hasta la peridotita con espinela y la peridotita con plagioclasa. La más abundante es la lherzolita (Ol + Cpx + Opx + Gn, o Esp, o Plag) seguida por harzburgita (Ol + Opx + Gn, o Esp) y dunita (Ol + Esp). Según la distribución de los tipos de capas máficas y de las peridotitas con granate, espinela, o plagioclasa, se puede dividir el Complejo en cuatro zonas de facies mineralógicas según las facies de O'Hara (1967):

- I. Facies de Lherzolita con Granate.
- II. Sub-Facies Ariegita de la Facies de Lherzolita con Espinela.
- III. Sub-Facies Seiland de la Facies de Lherzolita con espinela.
- IV. Facies de Lherzolita con Plagioclasa.

Las presiones y temperaturas a las cuales las rocas de la facies de lherzolita con granate se equilibraron, se pueden aproximar según las composiciones de granates y piroxenos coexistentes. El empleo de composiciones "primarias" (núcleo) de porfiroclastos de enstatita y datos experimentales de MORI y GREEN (1975) y AKELLA (1976), OBATA (1976, 1977) demostraron que la peridotita granatífera se equilibró una vez a temperaturas y presiones de por lo menos 1.100°C y 22 kbar. Esto corresponde a profundidades entre 70 y 75 kilómetros. Composiciones de neoblastos de piroxeno en la peridotita granatífera indican que estuvo metamorfizada después a una temperatura entre 800° y 900°C y a una presión de 15 kbar (50 kilómetros).

Estudios petrológicos (DICKEY, 1970; OBATA y DICKEY, 1976; OBATA, 1977) han demostrado que las segregaciones máficas se formaron cuando el Complejo Ultramáfico estaba a una gran profundidad (70 kilómetros). No se conoce la forma original de las segregaciones máficas. Existen con forma de capas paralelas, pero esta forma podría ser

resultado de deformación. El Complejo de Ronda ha sufrido una deformación intensiva (DAROT, 1973, LUNDEEN, 1978) y si las segregaciones originales no hubieran sido laminares, habrían llegado a serlo.

OBATA (1977) ha desarrollado un modelo del metamorfismo del Complejo, siguiendo un gradiente decreciente P-T, mientras iba ascendiendo hacia la superficie. Según Obata las zonas de alta presión (lherzolita granatífera) representan las partes externas de la masa naciente. Estas partes extremas se enfriaron con suficiente rapidez por contacto con las rocas encajantes más frías como para poder preservar los conjuntos mineralógicos de alta presión. Más al interior de la masa ascendente se retuvo suficiente calor para provocar metamorfismo a presiones más y más bajas. Por consiguiente, el conjunto mineralógico de presión más baja (gabros olivínicos) representa las partes más internas de la masa ascendente. Utilizando este modelo dinámico Obata da una explicación para la diferencia de presión de 10 a 15 kbar representada por la variación de facies mineralógicas. Un gradiente de presión tan grande no se podría explicar con un modelo estático porque el Complejo es demasiado pequeño y rocas con mineralogías distintas se encuentran demasiado próximas.

El Complejo Ultramáfico de Ronda existió en su forma diferenciada (o sea, con segregaciones máficas) cuando aún formaba parte de la litosfera inferior. Para entender la forma según la cual el Complejo Ultramáfico de Ronda se diferenció, es necesario mirar más allá de los efectos del metamorfismo y reconocer rasgos establecidos por los procesos de diferenciación. Dos de estos rasgos son los contactos netos entre las segregaciones máficas y la peridotita madre y las variaciones modales dentro de algunas gruesas capas máficas quizá debidas a causa de cristalización fraccionada o de reacciones con la roca encajante. Los contactos netos podrían haberse creado por movimiento diferencial entre capas máficas y las peridotitas madres; sin embargo, no hay testimonio indicando qué gradaciones megascópicas primarias existieron entre las capas máficas y las peridotitas. Las variaciones modales que se han encontrado dentro de las capas máficas se manifiestan actualmente por minerales metamórficos, pero las variaciones químicas podrían ser primarias. Muchas capas tienen bordes ricos en piroxeno; algunas capas de piroxenita granatífera tienen bordes de piroxenita con espinela; y algunas capas tienen websterita (Cpx + Opx + Esp)

cromífera en sus bordes. La simetría bilateral creada por estas variaciones nos permite distinguir entre estas capas máficas y las capas "cúmulos" en intrusiones ígneas estratificadas. Muchas de las capas máficas, más bien que parecerse a sedimentos magmáticos, se parecen a filones simétricamente zonados.

Capas aisladas de websterita cromífera de color verde brillante son comunes en todo el Complejo Ultramáfico de Ronda, al igual que en muchos complejos de peridotita derivada del manto, como las peridotitas tectonizadas de complejos ofiolíticos. El Complejo Ultramáfico de Ronda no es un complejo ofiolítico. Carece de lavas almohadilladas, diques laminados, unidades mayores de gabros, y yacimientos tipo "podiform" de cromita. Asimismo, las capas máficas, piroxenitas granatíferas y los gabros olivínicos no se encuentran generalmente en

peridotitas ofiolíticas. Sólo las websteritas cromíferas son comunes en los dos.

El origen de las capas de piroxenita cromífera se ha considerado (DICKEY, 1970) como fundamentalmente distinto del origen de las otras capas máficas. Las capas de piroxenita cromífera se llamaron "capas de tipo tectónico", y las otras "de tipo magmático". Es probable que esta distinción no sea válida. La presencia de márgenes de piroxenita cromífera en capas máficas sugiere que todas las capas máficas tienen orígenes conexos.

RELACIONES GEOQUIMICAS

Las peridotitas del Complejo Ultramáfico de Ronda varían desde dunitas, que contienen concentraciones muy bajas de elementos magmáficos, como

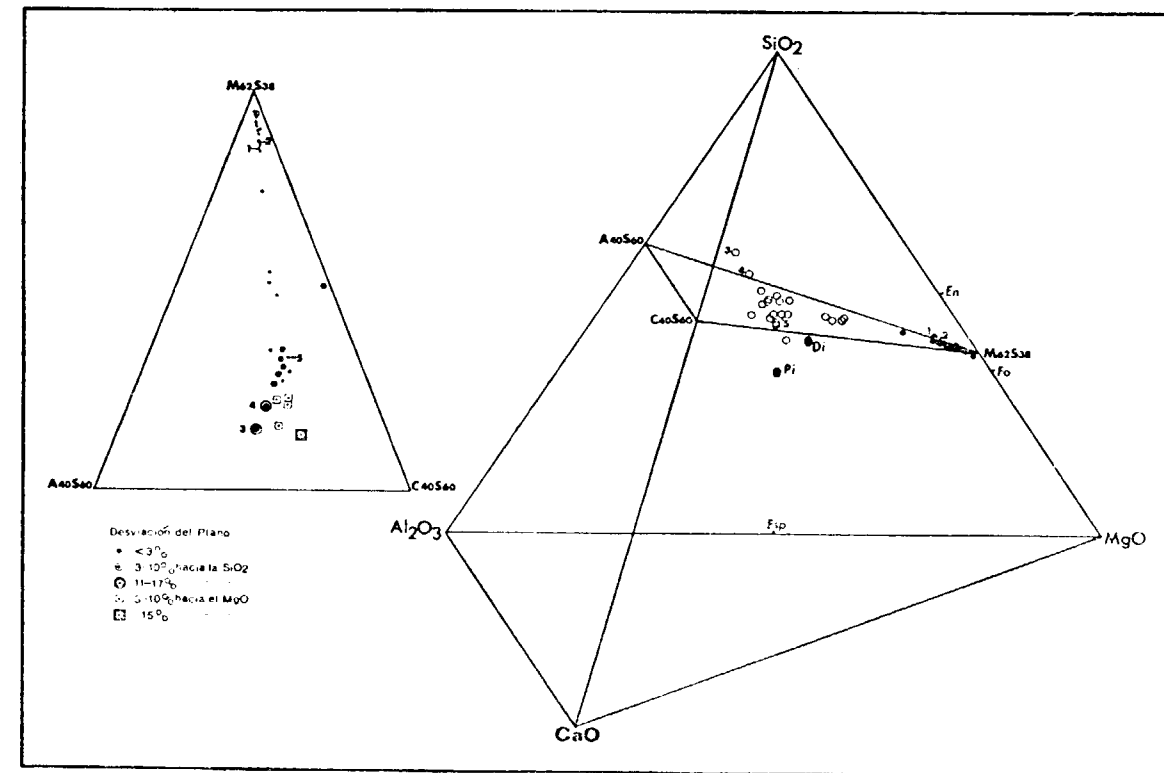


Figura 3

Diagramas de variación en el sistema, CaO—MgO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—SiO<sub>2</sub>, para rocas del Complejo Ultramáfico de Ronda y otras composiciones afines. Símbolos en el tetraedro: peridotitas, o capas máficas. Puntos numerados: 1. Pyrolite III (Green y Ringwood, 1967) (tabla I, análisis d). 2. Composición media estimada del Complejo Ultramáfico de Ronda (tabla I, análisis c). 3. Vidrio de una carga experimental preparada por fusión parcial de una capa máfica a 25 kbar, 1.350°C (tabla I, análisis e). 4. Tholeiita oceánica media (Engel et al., 1965) (tabla I, análisis f). 5. Vidrio de una carga experimental preparado por fusión parcial (25 %) de una lherzolita con espinela a 20 kbar, 1.400°C (Mysen y Kushiro, 1977). Abreviaturas: En, enstatita; Di, diopsidita; Pi, Piroppo; Fo, forsterita; Esp, espinela.

Si, Al, Ca y Na, a lherzolitas, que contienen concentraciones más altas de estos elementos. El término medio de las composiciones de 16 peridotitas se encuentra en la tabla 1, análisis b. El rasgo más extraordinario de la variación química es su simplicidad. SUEN (1978) ha demostrado que con respecto a los elementos mayores, y en particular con respecto a Ca, Mg, Al y Si, las peridotitas quedan en tendencias claramente lineales (fig. 3). Otras composiciones de importancia que quedan en estas líneas, o cerca de ellas, son las de un modelo del manto, Pyrolite III (tabla 1, análisis d) y un fundido parcial de alta presión derivado experimentalmente de una capa máfica (tabla 1, análisis e). SUEN (1978) ha interpretado estas relaciones lineales, como líneas de extracción, demostrando cambios progresivos en las composiciones de la peridotita mientras que fundidos parciales se iban separando de las peridotitas. La simplicidad de las líneas de extracción indica que, por lo menos para estos elementos, las composiciones de los materiales fundidos se mantuvieron casi constantes. Este tipo de variación tan simple, que claramente indica la extracción de un líquido cotéctico, es el testimonio que más precisamente indica que una fusión parcial fue el mecanismo para la diferenciación del Complejo Ultramáfico de Ronda.

SUEN (1978) ha descubierto que la distribución de los varios tipos de peridotita corresponde a la distribución de facies metamórficas. Teniendo a la vista la sugerencia de OBATA (1977) de que la zonación metamórfica del Complejo refleja la forma original de un diapiro naciente en proceso de enfriamiento, Suen ha propuesto que la fusión parcial avanzó más lejos y continuó durante más tiempo en el interior profundo del diapiro que en las zonas externas, y, además, que durante la fusión el conjunto mineralógico en el centro del diapiro cambió de lherzolita granatífera a lherzolita con espinela. Concentraciones de tierras de las cuales hablamos a continuación, indican que ninguna peridotita de Ronda se fundió en presencia de plagioclasa.

Las capas máficas tienen composiciones que generalmente se asemejan a basaltos picríticos, pero no se distribuyen en las líneas simples de variación química. Las composiciones de las capas máficas se apartan de las líneas de extracción simples de la figura 3 indicando que no son simplemente muestras de fusiones parciales, tal como se proponía originalmente (DICKEY, 1970). La diversidad de las composiciones de las capas máficas sugiere que son productos de una combinación de procesos de fraccio-

namiento más bien que de algún proceso simple. Sin embargo, las capas son consecuentemente más ricas que las peridotitas con respecto a los elementos magmáficos. Esto estimula a considerar modelos que relacionen su origen a fusiones parciales.

Las concentraciones de tierras raras, presentadas por SUEN (1978), restringen aún más los modelos de la diferenciación del Complejo Ultramáfico de Ronda. Según SUEN (1978), la distribución de las tierras raras en las peridotitas está de acuerdo con pequeños escalones (<15 %) de fusión parcial de lherzolitas granatíferas o espinelíferas pero no con la fusión parcial de lherzolita con plagioclasa. Las capas máficas presentan distribuciones de concentraciones de las tierras raras que indican que no podrían simplemente ser fusiones parciales solidificadas de la peridotita. Particularmente, no se ha encontrado ninguna capa máfica con concentraciones suficientemente altas de las tierras raras La, Ce, Pr y Nd que se sabe se concentran en líquidos formados por pequeños escalones de fusión parcial de peridotitas.

RELACIONES EXPERIMENTALES DE FASE

OBATA y DICKEY (1976) presentaron los resultados de una serie de experimentos a altas temperaturas y presión sobre una capa máfica (fig. 4) que

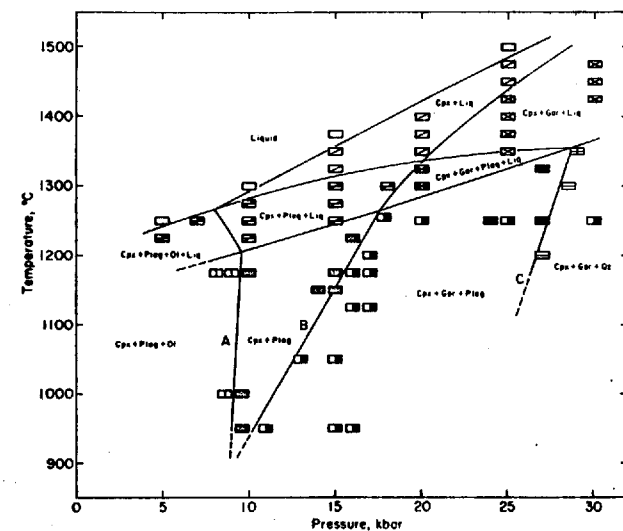
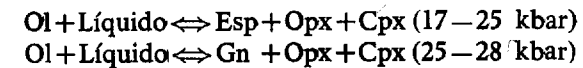


Figura 5

Diagrama de fase por la composición de una capa máfica (900° a 1.500° C, 5 a 30 kbar) (Obata y Dickey, 1976). Abreviaturas: Cpx, clinopiroxeno; Plag, plagioclasa; Ol, olivino; Liq, líquido; Gar, granate; Qz, cuarzo.

demuestran que líquidos de la misma composición de esa capa máfica no estarían en equilibrio con olivino en el manto superior. La solución a esta aparente paradoja, que se ha reconocido en muchas rocas basálticas (YODER, 1976), podría ser una relación de reacción que existe entre el olivino y el líquido en el sistema,  $MgSiO_3 - CaSiO_3 - Al_2O_3$ , entre presiones de 17 y 28 kbar (KUSHIRO y YODER, 1974). La reacción que tendría lugar sería:



Si se enfriaran a presiones entre 17 kbar y 28 kbar, los líquidos generados por fusión parcial de peridotita, reaccionarían con sus rocas encajantes peridotíticas y formarían zonas de piroxenitas con espinela o granate.

MODELO PARA LA DIFERENCIACION

Las observaciones resumidas restringen significativamente los modelos para la diferenciación del Complejo Ultramáfico de Ronda. El modelo siguiente, que está conforme con estas restricciones, se basa en ideas propuestas por DICKEY et. al. (1978), OBATA (1977), SUEN (1978), y SUEN y FREY (1978).

La fusión parcial de la peridotita granatífera o espinelífera tuvo lugar en el manto superior y estuvo acompañada e impulsada por un afloramiento diapírico. La composición total de la masa ascendente podría haber sido similar en una estimación a la composición total del Complejo Ultramáfico de Ronda (tabla 1, análisis c), la cual se basa en composiciones medias de las peridotitas y las capas máficas (tabla 1, análisis a y análisis b) combinadas en proporciones que corresponden a los porcentajes totales aproximados (95 por 100 de peridotitas y 5 por 100 de capas máficas). Esta composición es muy parecida a la de Pyrolite III (tabla 1, análisis d).

Los fundidos se unieron y ascendieron más rápidamente que la peridotita sólida ascendente. Las fracturas, quizá creadas por golpes térmicos o "magmafracting" (YODER, 1976) fueron cauce para los líquidos.

Estos líquidos, al atravesar regiones externas, más frías, del diapiro, reaccionaron con las paredes, ricas en olivino, de las fracturas. Productos piroxénicos de reacción cubrieron rápidamente las paredes de las fracturas. Bajo algunas condiciones, to-

davía no definidas, estos productos de reacción tuvieron la composición de websteritas cromíferas. Las paredes piroxeníticas previnieron posteriores reacciones entre los líquidos y las peridotitas del manto.

Además de las piroxenitas producidas por reacción, las fracturas se rellenaron de piroxenita, granate y espinela que se precipitaron de los líquidos migratorios. Eventualmente, las fracturas se llenaron a tal punto con materiales cristalinos que ya no podría continuar la migración de los líquidos. Los últimos conjuntos mineralógicos en las fracturas contenían cantidades variables de líquidos aislados, además del material precipitado.

Los elementos más volátiles se escaparon completamente. Por consiguiente, las capas máficas no contienen más que trazas de K o P.

Sólo se pueden suponer las composiciones de los líquidos. La línea de extracción de SUEN (1978) sugiere que los líquidos eran basálticos, probablemente semejantes a tholeítas picríticas. Un testimonio adicional proviene de las composiciones de los primeros líquidos formados al fundirse capas máficas a alta presión. Tales líquidos son equivalentes a los líquidos atrapados en los intersticios de fracturas cargadas con material precipitado DICKEY et. al., (1978) dan la composición de un líquido tal, producido por fusión parcial de una capa máfica a 25 kbar 1.350° C. Este líquido (tabla 1, análisis e) se asemeja al basalto tholeiítico oceánico.

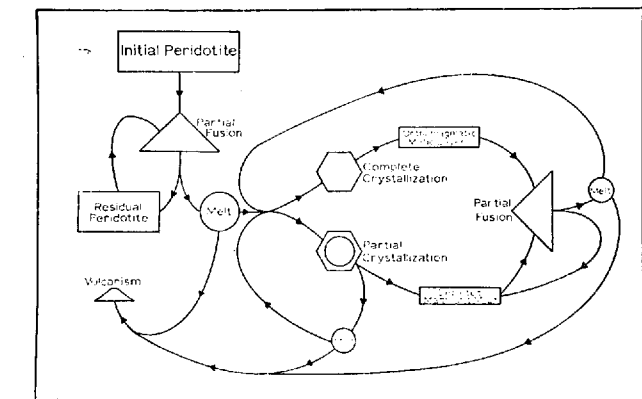


Figura 5

Diagrama indicando los procesos del modelo de fusión parcial del Complejo Ultramáfico de Ronda (Dickey et al., 1978). Los residuos sólidos de la fusión parcial pueden refundirse. Los líquidos formados por fusión parcial pueden modificarse por fraccionamiento de cristales, reacciones con la roca encajante, extracción de líquidos, y refusión. A cualquier capa máfica que verdaderamente represente la composición del fundido de origen se la llama otomagmática (en inglés: "Orthomagmatic Mafic Layer"). Todas las otras se llaman capas máficas agotadas (en inglés: "Depleted Magmatic Mafic Layers").

## SUMARIO

En resumen, el Complejo Ultramáfico de Ronda parece haberse diferenciado por una fusión parcial de peridotitas del manto y una cristalización fraccionada subsecuente y por reacciones químicas de líquidos ascendentes emigrados a través de fracturas y alejándose del centro del diapiro. Las capas máficas señalan por lo tanto las rutas de migración de los fundidos, pero no representan los fundidos.

Este modelo, si es correcto, nos dice que gran parte de la diferenciación del magma acontece por conductos estrechos en el manto, próximos a la fuente de los líquidos. Las cámaras de magma y los conceptos de sedimentación de cristales tienen poco significado en estas condiciones. De más importancia son las distancias y velocidades de las migraciones de los magmas antes de la erupción.

El proceso descrito no tiene que estar limitado solamente a una secuencia continua. El manto podría sufrir ciclos repetidos de fusión parcial, migración de líquidos, y cristalización. La figura 5 ilustra las interrelaciones posibles entre estos procesos. En este diagrama se definen dos tipos de capas máficas. Las Capas Ortomagmáticas son las capas que verdaderamente representan líquidos. No así las Capas Máficas Agotadas. Las Capas Ortomagmáticas podrían derivarse de una fusión parcial de peridotita o de capas máficas preexistentes. Alternativamente, estas capas podrían derivarse de la cristalización fraccionada de otra capa máfica. Capas Máficas agotadas podrían aparecer mediante cristalización fraccionada o como residuos de una fusión parcial.

## AGRADECIMIENTOS

Los estudios del Complejo Ultramáfico de Ronda estuvieron subvencionados por el United States National Science Foundation (GA-408, GA41072, DES73-00264, DES75-02900, EAR76-84067).

Los siguientes colegas participaron directamente en los estudios: B. Chapel, F. A. Frey, H. H. Hess, T. P. Loomis, M. Lundeen, J. C. Maxwell, M. Obata, y C. J. Suen.

Los siguientes colegas contribuyeron con consejos y ayudas importantes: C. Allegre, H. G. Ave Lalléant, C. Barnett, F. Cañada, J. M. Fontboté, W. G. Ernst, R. B. Hargraves, J. Kornprobst, I. Kushiro, M. López-Linares, E. Moores, A. Nicolás, y H. S. Yoder.

Las organizaciones siguientes contribuyeron con ayudas o nos dieron acceso a sus propiedades: Geotécnica, S. A.; ICONA; Instituto Geológico y Minero de España; Mitiemar, S. A., y Unión Resinera Española, S. A.

## BIBLIOGRAFIA

- AKELLA, J.: Garnet pyroxene equilibria in the system  $CaSiO_3$ - $MgSiO_3$ - $Al_2O_3$  and in a natural mineral mixture. "Am. Mineral", 61, 589-598 (1976).
- BONINI, W. E.; LOOMIS, T. P. and ROBERTSON J. D.: Gravity anomalies, ultramafic intrusions, and the tectonics of the region around the Strait of Gibraltar. "J. Geophys. Res.", 78, 1372-1382 (1973).
- CARSWELL, D. A.: Picritic magma residual dunite relationships in garnet peridotite at Kalsgaret near Tafjord, South Norway. "Contrib. Mineral. Petrology", 19, 97-124 (1968).
- DAROT, M.: Methodes d'analyse structurale et cinématique. Application a l'étude du massif ultrabásique de la Sierra Bermeja. Tesis, Institut Des Sciences De la Nature De L'universite De Nantes (1973).
- DICKEY, J. S. Jr. Partial fusion products in alpine-type peridotites: Serranía de la Ronda and other examples. "Min. Soc. America Special Paper", 3, 33-49 (1970).
- DICKEY, J. S. Jr. and OBATA, M.: Graphitic hornfels dikes in the Ronda high-temperature peridotite massif. "Am. Mineral", 59, 1183-1189 (1974).
- DICKEY, J. S. Jr., OBATA, M., and SUEN, C. J.: Chemical differentiation of the lower lithosphere as represented by the Ronda Ultramafic Complex, Southern Spain. "Second Symposium on the Origin and Distribution of the Elements" (1978).
- ENGEL, A. E. J.; ENGEL, C. G., and HAVENS, R. G.: Chemical characteristics of oceanic basalts and the upper mantle. "Geol. Soc. America Bull.", 76, 719-734 (1965).
- GREEN, D. H.: The petrogenesis of the high-temperature peridotite in the Lizard area, Cornwall. "J. Petrol", 5, 134-188 (1964).
- GREEN, D. H. and RINGWOOD, A. E.: The genesis of basaltic magmas. "Contrib. Mineral. Petrol.", 15, 103-190 (1967).
- KORNPROBST, J.: Le massif ultrabásique des Beni Boucheira (Rif Interne, Maroc): étude des peridotites de haute température et de haute pression, et des pyroxénolites à grenat qui leur sont associées. "Contrib. Mineral. Petrol.", 23, 283-322 (1969).

- KUSHIRO, I. and YODER, H. S. Jr.: Formation of eclogite from garnet lherzolite: liquidus relations in a portion of the system  $MgSiO_3$ - $CaSiO_3$ - $Al_2O_3$  at high pressures. "Carnegie Inst. Washington Year Book", 73, 266-269 (1974).
- LOOMIS, T. P.: Contact metamorphism of pelitic rock by the Ronda ultramafic intrusion, southern Spain. "Geol. Soc. America Bull.", 83, 2449-2474 (1972).
- LUNDEEN, M. T.: Emplacement of the Ronda peridotite, Sierra Bermeja, Spain. "Geol. Soc. America Bull.", 89, 172-180 (1978).
- LUNDEEN, M. T.; OBATA, M. and DICKEY, J. S. Jr.: Geologic map of the Ronda Ultramafic Complex. "Geol. Soc. America Chart and Map Series" (en prensa).
- MACKENZIE, D. B.: High-temperature alpine-type peridotite from Venezuela. "Geol. Soc. America Bull.", 71, 303-318 (1960).
- MORI, T. and GREEN, D. H.: Eubalidus equilibria between pyroxenes in the  $CaO$ - $MgOSiO_2$  system at high pressures and temperatures. "Am. Mineral", 61, 616-625 (1976).
- MYSEN, B. O. and KUSHIRO, I.: Compositional variations of coexisting phases with degree of melting of peridotite in the upper mantle. "Am. Mineral.", 62, 843-856 (1977).
- OBATA, M.: Pressure-temperature trajectories of the Ronda peridotite intrusion, southern Spain. "Abstracts With Programs", 8, 1033 (1976).
- OBATA, M.: Petrology and petrogenesis of a high temperature peridotite intrusion: Serranía de la Ronda, southern Spain. Thesis, Massachusetts Institute of Technology (1977).
- OBATA, M. and DICKEY, J. S. Jr.: Phase relations of mafic layers in the Ronda peridotite. "Carnegie Inst. Washington Year Book", 75, 562-566 (1976).
- O'HARA, M. J.: Mineral paragenesis in ultrabasic rocks. In Wyllie, P. J. (ed.). "Ultramafic and Related Rocks" (John Wiley and Sons, Inc., New York), 393-401 (1967).
- ORUETA, D.: Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda. "Mem. Inst. Geol. España", 567 pp. (1917).
- SUEN, C. J.: Geochemistry and petrology of the Ronda Ultramafic Complex, southern Spain. Thesis, Massachusetts Institute of Technology (1978).
- SUEN, C. J. and FREY, F. A.: Origin of mafic layers in alpine peridotite bodies as indicated by the geochemistry of the Ronda massif, Spain. EOS (1978).
- YODER, H. S. Jr.: Generation of Basaltic Magma (National Academy of Sciences, Washington, D. C.), 265 pp. (1976).

Recibido: Julio de 1978.



# INFORMACION

## Consideraciones sobre la preparación y transformación de mapas geológicos en documentos directamente utilizables por el proyectista

Por GERD LÜTTIG (\*)

### RESUMEN

Sin el empleo de las ciencias geológicas no será posible desarrollar principios de ordenación para el futuro de la humanidad y su garantía. Esto adquiere validez debido a que el potencial del ámbito natural resulta cada vez más limitado, como se puede deducir fácilmente de la carencia de materias primas, sustancias energéticas y suelos aprovechables por la agricultura.

Por esta razón, el autor ha hecho alusión repetidas veces a que una parte del potencial investigador de las ciencias geológicas deben ser dirigido con la perspectiva de una geología orientada hacia el futuro. Esto lleva aparejadas también una transformación y traducción de nuestro saber cartográfico geológico en mapas que puedan ser comprendidos y utilizados directamente por el proyectista.

El Mapa geocientífico del potencial del ámbito natural (GMNEP) corresponde a este planteamiento. Se presenta y explica aquí el correspondiente juego de mapas.

Al mismo tiempo, el lector es informado sobre los diversos planes de la Comisión de los mapas geológicos internacionales de la IUGS. Todos los geólogos interesados son invitados a colaborar en este importante cometido con la actual Subcomisión de los mapas geológicos del ambiente (SC-MEG).

### I

Al comienzo de estas consideraciones debe mencionarse un pasaje del servicio de prensa de la Comunidad Europea (Euroforum 5/78, 1978), sobre el proyecto elaborado por la misma, "Cartografía del ambiente". Dice así:

"Con frecuencia es demasiado grande la distancia entre aquéllos que están enterados, es decir, los expertos altamente especializados por un lado, y los que deberían tomar las decisiones políticas por otro. Como ayuda para una política de ordenación del medio, en la que también reciban el peso que les corresponde los criterios sobre el ambiente, deberían hacerse accesibles en un medio de trabajo claro los múltiples conocimientos especiales existentes."

Y como suplemento de esta comunicación se dice:

"La causa de que no se reconozcan relaciones complejas estriba a menudo, no en el hecho de que no existan informaciones importantes, sino en que limitaciones administrativas o de organización impidan que se disponga de ellas y sean consideradas en lugares 'resolventes'..."

"Aquéllos que están enterados y aquéllos que deciden deben encontrar un idioma común", escribía Jean Monnet en sus memorias. A este espíritu respondía la decisión del consejo de ministros de la Comunidad en noviembre de 1974, de acometer el proyecto de una "cartografía ecológica" de todo el territorio.

Más adelante indica:

"Primeramente deberían determinarse métodos con los que describir científicamente en forma de mapas los datos

(\*) Dirección del autor: Prof. Dr. G. Lüttig, Vicepresidente del Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung y del Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, Postfach 51 01 53, 3000 Hannover 51, Alemania.

Traducido por Carlos Castells, Dr. Ing. de Minas.

ambientales. En un paso inmediato debería traducirse esta descripción en conceptos sobre la ordenación espacial y la política ambiental: a este campo corresponden tales posibilidades de aprovechamiento, a aquél, tales otras. Se trata, pues, de una confrontación entre la demanda económica y social y la oferta ecológica.

Un ejemplo sencillo se refiere a la comprobación de que una determinada comarca posee suelos agrícolas especialmente ricos. En consecuencia, debería frenarse la construcción y edificación "de tipo salvaje" observada en ella, la cual destruye de modo irreversible aquella riqueza; además hay que prever que posteriormente la densidad de población fuertemente creciente hace peligrar la zona verde, que pertenece a su propia condición de existencia.

El planteamiento de la "cartografía ecológica" de la Comisión de Europa es original en dos aspectos distintos: En uno de ellos se resume la *información* orientada hacia las prioridades funcionales del aprovechamiento del medio circundante, que será simultáneamente sumaria y comparable en toda la Comunidad. Como este concepto debe ser válido en todo su ámbito, se desprende de aquí la dificultad de considerar la heterogeneidad de los problemas ambientales, así como su diferente urgencia. Asimismo, la consideración de la prioridad es diferente de un país y zona cultural a otros. Por esta razón, el trabajo cartográfico debe apoyarse en una base metódica que sea simple, adaptable y susceptible de ser complementada, tanto para abarcar la peculiaridad de los problemas y las diferencias regionales como la futura ampliación y afinación de la descripción de los problemas."

Y en otro lugar se dice:

"La cartografía ecológica permitirá por primera vez, en el plano de la Comunidad, representar los efectos del desarrollo económico y la ordenación espacial", y "en realidad, esta cartografía es nada menos que un instrumento que permite un empleo eficaz del espacio, el ambiente y las riquezas naturales".

### II

Estas citas pueden servir, pues, para cimentar la obra cartográfica que se va a presentar en lo referente a las repercusiones políticas. Ciertamente, durante la lectura de las mismas, el autor no puede contener una sonrisa, puesto que se habla de una obra cartográfica original y de la necesidad de su desarrollo metódico, ante el hecho de que la primera idea en este sentido fue expuesta ya en 1971 y el primer mapa de este tipo impreso en 1972 en la Baja Sajonia (LÜTTIG, 1971, 1972, 1972). Es evidente que la capacidad de leer escritos ajenos está disminuyendo en la misma medida que la buena costumbre de saber reconocer prioridades con la claridad necesaria.

### III

Vuelta al problema:

El moderno replanteo de países, sobre todo aquella parte del mismo que ha dictado decisiones en el sentido del establecimiento de prioridades para un determinado aprovechamiento, encuentra una corriente de informaciones cada vez más fuertes que con frecuencia no pueden emplear. Sobre todo, las bases cartográficas temáticas elaboradas para el replanteo de países o utilizadas con este fin son a menudo demasiado complicadas. Esto concierne también a los mapas de ciencias de la Tierra, que se llenan en medida cada vez mayor con informaciones. Por encima de otros, mapas de geología aplicada, tales como los hidrogeológicos, de geología ingenieril y metalogenéticos, encierran con frecuencia tantísimas informaciones que el proyectista se encuentra en un callejón sin salida ante la densidad de las mismas. Los mapas básicos geológicos y edafológicos son, no sólo en lo referente al número de las diferentes unidades, sino también en lo tocante a los datos aislados, en parte incomprensibles para muchos proyectistas. Esto también está relacionado con el hecho de que los empleados en el replanteo de países han sido sobresaturados de tal manera durante sus estudios con informaciones de otros campos especiales, que se tienen por más importantes, que retroceden cada vez más ante la geología. En algunas escuelas superiores de la República Federal, los proyectistas asisten a cursos básicos geocientíficos que, a mi parecer, constituyen un supuesto importante para el trabajo en replanteo de países y ordenación espacial, por lo que de ningún modo se han excluido las reuniones de los planes de estudio.

Esto resulta especialmente funesto cuando, debido a la sobresaturación de información de los proyectistas, se quieren emplear mapas geocientíficos para la solución de los conflictos. Incluso el proyectista mejor dispuesto y más inteligente llegará muy rápidamente al límite de su capacidad. Esto conducirá, pues, a que aplique los mapas geocientíficos sólo de mala gana y de manera incompleta, y a que prefiera representaciones o planos estadísticos fácilmente legibles, que todo lo más pueden definirse como ilustraciones coloreadas, para sus trabajos.

Este hecho no debería conducir al científico geológico a recriminaciones contra el proyectista, sino que tendría que llegar a la conclusión de que los documentos presentados por él mismo habrán de ser formados de manera más comprensible, clara, menos sobrecargada y utilizable para recomendaciones directas.

### IV

Para no resultar equivocado debe agregarse que, por supuesto, es necesario realizar la cartografía temática del ámbito de las ciencias geológicas con toda meticulosidad y con la mayor escala posible.

Muchas de las decisiones que se toman en economía y replanteo de países requieren un detenido dictamen de geólogos y representantes de otras ramas profesionales afines, y en estos casos el mapa geológico figura en primera fila en la explicación de hechos fundamentales para el profesional, que debe recurrir a una representación espacial de la región investigada. Por consiguientes, los mapas existen en primer lugar para el propio geólogo. Sería funesto extraer, de la demanda de mapas simplificados, la conclusión de que ya no resultan necesarios los relativamente complicados mapas geológicos, edafológicos, etc. Al contrario: un esfuerzo de esta obra cartográfica hace posible por lo pronto los pasos que conducen a una ordenación racional del potencial del ámbito natural para nuestra previsión de existencia. Tampoco debería incurrirse en el error de cambiar a escalas menores durante la ejecución de obras cartográficas a causa de dificultades técnicas y financieras. Las modernas exigencias de la economía y la técnica exigen en su lugar, en la mayoría de los casos, el paso a una escala mayor. Por eso, mapas con escalas de 1:50.000 y mayores son ahora bases utilizables para proyectos geotécnicos.

## V

Antes de describir en detalle la obra del mapa geocientífico del potencial del ámbito natural, debe entrarse todavía en el fondo filosófico —al menos brevemente— del mismo.

Desde que es sabido por los hombres y también por los directores actuales de empresas que los recursos naturales, que hasta aquí se habían tenido por inagotables, son limitados, las discusiones sobre la ordenación del futuro han mantenido una tendencia más fuerte cada vez hacia el replanteo. Este elemento de dirección tenía, condicionado en primer lugar por el movimiento de protección del ambiente, un carácter muy fuertemente restrictivo. El equilibrio ecológico, la difusión de especies de plantas y animales, la capacidad del ecosistema en lo que se refiere a la regeneración de los daños causados en el paisaje por la sociedad industrial, el valor de la campiña para el tiempo libre, se transformaron en criterios que en todos los diversos sistemas de sociedad han desplazado factores, que en adelante se deberían anteponer, a decir verdad, como las necesidades básicas de la humanidad. El movimiento de protección del ambiente, por poseer solamente una reducida componente en la dirección de la investigación del medio circundante, ha olvidado con mucha frecuencia que las necesidades del abastecimiento de la población con medios de subsistencia, agua, materias primas y energía plantea problemas tan acuciantes, que las correspondientes medidas basadas en la idea de la protección ambiental antes los dificultan que los favorecen. Por supuesto, cada medida encaminada a la cobertura de las necesidades básicas debería, tanto en las naciones industriales como también en los países

en vías de desarrollo, estar orientada a que el fomento del progreso no origine simultáneamente un aniquilamiento de bienes naturales que incluso plantee problemas para la subsistencia de la raza humana. Las variaciones necesarias de la naturaleza originadas por los hombres para la industrialización deberán, sin embargo, soportarse si no queremos acabar históricos. Habrán de limitarse sólo en una cierta medida.

## VI

La ordenación del futuro de la humanidad sólo resulta posible con ayuda de una fuerte participación de la investigación geológica y de las ciencias geológicas aplicadas. Presiones ante las que se halla la humanidad, sólo se pueden eliminar con el auxilio del saber de los científicos geológicos. Esta consideración, cimentada por el autor (LÜTTIG, 1976), debería movernos hacia una reorientación y una consideración exhaustiva de nuestra estrategia de investigación. Partes de nuestros colegios profesionales deberían clasificarse dentro de los intereses de las ciencias geológicas prospectivas y, a diferencia de otra parte de nuestros colegas, que han de considerar además el pasado de la Tierra, su historia y el origen de los cuerpos geológicos, y participar en los planes que deberán elaborarse para la garantía de un futuro razonable de la humanidad.

A ello pertenece la orientación cartográfica dentro de la geología, pertenecen también los mapas geocientíficos, ya que, sin mapas, el geólogo que debe dar un consejo técnico, que ha de indicar dónde se encuentran yacimientos, aguas subterráneas, suelos aprovechables, bases razonables para edificación, resulta desemparado. Tampoco el proyectista puede prescindir del plano, aunque no puede ocultarse que el replanteo se intenta con frecuencia sin utilización de aquéllos.

Cuando nosotros, científicos de la Tierra, estamos ocupados en superar las presiones del futuro para descubrir nuevo potencial del ámbito natural, en preparar pasos para la exploración y explotación de materias primas y portadores energéticos, hemos llegado así simultáneamente al diálogo con los proyectistas del ámbito natural, que han de pensar anticipadamente y a largo plazo. Debemos contemplar bajo una nueva luz la relación entre cartógrafos geológicos y estos "land-use-planners" (proyectistas del uso del país; en inglés en el original. N. del T.).

Mientras presentamos mapas temáticos examinados bien a fondo de los diversos campos parciales de las ciencias geológicas, debemos pensar simultáneamente en un servicio traductor. Hemos de trazar mapas que se desarrollen a partir de los normales a manera de una especie de mapas abstractos, por simplificación de otros geológicos tradicionales, aplicados o no, y que contengan determinados elementos necesarios para el replanteo, y sólo los más importantes.

Esta manera de proceder constituye la idea básica del "Mapa geocientífico del potencial del ámbito natural (GMNEP)".

## VII

A lo largo del camino para el desarrollo de un "Mapa de uso o utilización del país", de los mapas existentes, a saber, el mapa geológico especial, el edafológico, el hidrogeológico, el de geología del ingeniero y el metalogénico, se obtienen los llamados mapas de demanda de explotación o aprovechamiento. Esto debe uno de imaginárselo como si los representantes de los correspondientes campos parciales de las ciencias geológicas, sentados en una oficina de proyectos, fueron invitados —con objeto de llegar a un acuerdo— a expresar datos especialmente importantes de sus respectivos campos en mapas. Para las diversas disciplinas parciales esto significa en general lo siguiente:

1) El autor del mapa geológico normal es llamado para citar monumentos geológicos importantes, zonas de paisaje, canteras con estratotipos o unidades especialmente raras, importantes para la formación popular y la investigación, peculiaridades geomorfológicas, etc., con el fin de que puedan ser consideradas en la protección de la naturaleza o incluidas de otra forma en las medidas de replanteo.

2) Al edafólogo se le pedirá transformar su mapa de suelos en uno simplificado, en el que, por ejemplo, señale las cosas más importantes y dignas de mención en el aspecto de replanteo del territorio, como comarcas en que existan suelos especialmente valiosos, que posean una elevada capacidad de producción; otras en las que el aprovechamiento agrícola sólo sea posible con el auxilio de medidas de mejora mayores; áreas en las que los suelos sean salados; zonas en las que los suelos posean una resistencia especialmente grande en lo que se refiere a materias de desecho que puedan verse eventualmente, etc.

3) El hidrogeológico indicará primeramente en la parte correspondiente de la hoja los mananciales existentes, fuentes medicinales, pozos, presas, zonas de aguas freáticas protegidas. Trazará también los cuerpos geológicos que encierren cantidades especialmente grandes de aguas subterráneas, es decir, que posibiliten una elevada capacidad de extracción. Al mismo tiempo, debería hacer también declaraciones de tipo negativo, indicando, por ejemplo, dónde es salada el agua subterránea, en qué lugares existe riesgo especialmente fuerte de contaminación higiénica para la extracción de aguas subterráneas debido a la carsificación, qué comarcas deberían dejarse libres para posteriores investigaciones de aguas subterráneas, etc.

4) Entre los mapas de yacimientos, hemos considerado como bueno trazar dos tipos diferentes de mapas de demanda de explotación o aprovechamiento. Esto se basa en que los yacimientos que se encuentran en el subsuelo más

profundo crean problemas muchísimo más reducidos al replanteo que los que están cercanos a la superficie. Yacimientos a los que se accede con la ayuda de un pozo, en la mayoría de los casos permiten otra utilización de la superficie de distinto género. Sobre una explotación de hulla existente en el subsuelo puede proseguir, por supuesto sin resultar perjudicada, la agricultura, y si se prescinde de eventuales descensos del suelo, no habría de resultar muy problemática la cuestión de la construcción en dicha comarca.

Con esta base representamos las demandas de aprovechamiento, que vienen condicionadas por yacimientos de materias primas y portadores energéticos que se encuentran a mayor profundidad, en uno de los dos mapas de yacimientos.

El segundo mapa concierne a las comarcas con yacimientos próximos a la superficie. Aquí surgen, como es sabido, los problemas de replanteo de máxima trascendencia. Esta clase de yacimientos ocasiona violentos y, con frecuencia, antiestéticos ataques al paisaje. Tampoco es, en parte, la industria inmediata a los mismos minera pura. Cuando se piensa, por ejemplo, en explotaciones de arena y grava, ni siquiera están subordinadas éstas a las jefaturas de minas en algunos países, siendo muy defectuoso el replanteo de su explotación en los últimos años. En muchas ocasiones, prospección y explotación fueron conducidas sin el auxilio de peritos. A menudo, incluso los servicios geológicos no intervenían. Todavía se encuentran en la actualidad en algunos países explotaciones de rapaña. Las correspondientes sociedades aún no han llegado en muchos casos ni siquiera a partes favorables del yacimiento en sus aspectos cualitativo y cuantitativo. Con mucha frecuencia, esto ha conducido al desastre económico, y las sociedades que iban a la bancarrota no se encontraban, en la mayoría de los casos, en situación de poder rectificar y recultivar sus minas de forma que se evitasen manchas feas en el paisaje. En la época de la deposición anárquica de basuras, estos agujeros existentes en el paisaje dieron pie para almacenar toda clase de inmundicias y, en parte, materias de desecho muy perjudiciales en las antiguas minas, lo que, por supuesto, ha situado en una postura crítica respecto a esta industria tanto a las oficinas de proyectos como a la administración pública y las sociedades de protección de la naturaleza.

Por esta razón, es frecuente que actualmente cueste mucho trabajo al experto en materias primas el abogar por la industria de las sustancias no metálicas próximas a la superficie, lo cual es necesario con urgencia debido a la situación de carestía existente también en este campo (LÜTTIG, 1967, 1977).

Sin embargo, no debería olvidarse que las materias primas no metálicas constituyen un factor económico cuya producción declarada, en lo referente al valor logrado, es superior en muchos países del mundo a la de la industria que se ocupa de las sustancias metálicas.

Por dicha causa, la elaboración de bases geocientíficas en forma de mapas de posibilidad de aprovechamiento o utilización requería una manera de proceder especialmente cuidadosa.

Además, es necesario hacer más comprensibles que hasta ahora a los proyectistas las ideas sobre el aseguramiento del abastecimiento de materias primas mediante una plasmación de las mismas en los correspondientes mapas. En este sentido, algunos servicios geológicos han realizado una tarea preliminar sobresaliente, e incluso la cartografía GMNEP elaborada en el Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (LÜTTIG & PFEIFFER, 1974, LÜTTIG, 1977, BECKER-PLATEN y otros 1977, V. STEIN, 1978) ha encontrado una resonancia tal, tanto entre los proyectistas profesionales como en la administración estatal, que la idea del aseguramiento de materias primas ha hallado acogida tanto en las regiones próximas de la República Federal como en los países extranjeros vecinos. Por ejemplo, el informe sobre ordenación del espacio federal de la República Alemana de 1975 habla explícitamente de comarcas preferentes para el beneficio de materias primas y yacimientos minerales de especial importancia. En el informe de ordenación espacial del país de Schleswig-Holstein de 1977 se relacionan comarcas con aptitud especial para una explotación, y también zonas preferentes para la futura explotación de materias primas minerales. En el país de Hesse se habla asimismo de zonas preferentes para la explotación de yacimientos inmediatos a la superficie. En Baviera se diferencian áreas de reserva y de materias primas secundarias para el beneficio de tesoros del subsuelo de zonas preferentes para la futura explotación de los mismos.

La consideración de áreas con contenido en materias primas en el replanteo del país presupone, ciertamente, que se conocen lo suficiente la extensión de dichas materias, su cantidad, calidad y su aptitud y disponibilidad económico-técnica. Por ello, la labor de los servicios geológicos necesitaba un refuerzo en este sentido. Además, al mismo tiempo debería tratarse de indicar a las autoridades competentes la necesidad de mejora de la accesibilidad a las materias primas, porque en muchos casos dichas materias, sobre todo en comarcas densamente pobladas, no llegan a su fin porque el potencial geológico se agota, sino porque las correspondientes zonas de sustancias son ocupadas para otros usos. Este hecho fue, por lo demás, el punto de partida de las reflexiones que han conducido al mapa del potencial del ámbito natural.

La transformación de esta consideración en decisiones de replanteo es, según nuestra experiencia, posible en grado óptimo cuando en los mapas de aseguramiento de materias primas se efectúa una división de los yacimientos en zonas de materias de tres diferentes categorías.

La primera categoría es aquella a la que pertenecen yacimientos próximos a la superficie de especial importancia para la economía popular. En el caso de planteamientos de importancia para el entorno espacial en las corres-

pondientes comarcas, debería darse parte desde el comienzo a los organismos oficiales.

Las zonas de aseguramiento de materias primas de segundo orden comprenden yacimientos próximos a la superficie cuya importancia económica para el pueblo será mayor en lo futuro, o que aún no fueron investigadas con tal exactitud que se pudiese apreciar con precisión dicha importancia económica.

La tercera categoría abarca comarcas con yacimientos valiosos de materias primas de diferente orden, sobre todo aquellos en los que aún no son posibles delimitaciones exactas por falta de las correspondientes investigaciones y cuya calidad no se conoce a fondo.

Estos mapas de aseguramiento de materias primas continuarán siendo mejorados, por lo que se indicará la oportuna fecha de ejecución sobre el mapa. Asimismo se anotarán sobre la oportuna hoja del mapa las áreas de explotación proyectadas.

Hemos preferido realizar estos mapas en las escalas 1:200.000 y 1:25.000. Los mapas de escala 1:25.000 se han dibujado sobre láminas heliográficas de pokalón, de forma que sean posibles en todo momento variaciones o adiciones suplementarias. Representan un buen complemento del catastro de ordenación espacial en los organismos oficiales de replanteo.

Con ayuda de estos mapas intentamos una implantación de las "zonas de aseguramiento de materias primas", y también de las "zonas preferentes para la explotación de yacimientos próximos a la superficie", en los programas de ordenación espacial, para lograr una protección de sustancias directa y un control a plazo medio de la explotación. Con esto se ha introducido un elemento en la investigación previsor del medio ambiente que puede llevar de nuevo el péndulo, que se había desplazado algo unilateralmente hacia la protección de la Naturaleza, hasta un valor medio razonable.

5) Los colegas de la geología especial para cimentaciones aplican asimismo sus mapas convencionales con vistas a la ejecución de mapas de demanda de utilización más sencillos. Por lo pronto, de estos mapas se derivan declaraciones negativas de replanteo. Por ejemplo, se dan indicaciones sobre el subsuelo fuertemente sensible a asentamientos, zonas de hundimiento, comarcas con deslizamiento de tierras, áreas con peligro de inundaciones. Como, naturalmente, bien mirado se puede construir en cualquier solar, los mapas correspondientes sólo pueden considerarse como tales cuando encierran referencias a determinadas medidas técnicas o de replanteo necesarias.

6) Asimismo son importantes indicaciones relativamente sencillas sobre posibilidades de deposición de desechos, por ejemplo, en diapiros salinos del subsuelo, en los que cabe la eventualidad de apertura de cavernas por lixiviación. También pueden hacerse las correspondientes observaciones en uno de los otros mapas de demanda de aprovechamiento o utilización.

## VIII

Naturalmente, estos mapas de demanda de aprovechamiento, que deben ser suministrados por los científicos de la geología a las planas mayores del replanteo, son solamente una parte de los que el proyectista necesita tener a su disposición para tomar sus medidas. Y aun cuando el título "Mapa geocientífico del potencial del ámbito natural" parezca algo pretencioso, sin embargo puede reconocerse en él, sobre todo en el concepto "geocientífico", que se ha puesto la mira en la posibilidad de abarcar el potencial total citado mediante otras obras cartográficas. En este sentido pensamos en particular en mapas de aprovechamiento forestal, sobre todo de vegetación, mapas encaminados a la protección de las especies zoológicas, morfológicos, de replanteo del tráfico, hidrológicos de administración costera, de zonas para la protección de la Naturaleza, mapas hidroeconómicos, etc. Todos ellos podrían incluirse sin reparos en nuestra cartografía.

Desgraciadamente, el camino para una obra cartográfica de esta clase todavía está limitado a los buenos propósitos. Únicamente el sistema de mapas ecológicos iniciado por la Comunidad Europea ofrece esperanzas de una combinación oportuna. También la cartografía ha procurado poder servir como complemento de los diferentes mapas temáticos, ya que por sí misma no puede articular demanda de utilización (LÜTTIG, 1977).

Como todavía no existe una representación integral del potencial del ámbito natural, y como los problemas del aprovisionamiento de materias primas y energía nos acosan con tanta violencia, ya hemos dado solos los pasos hacia un mapa de valoración.

Si se comparan y superponen los mapas de demanda de utilización citados más arriba, elaborados a partir de las diversas disciplinas parciales de las Ciencias de la Tierra, se descubre que en determinadas áreas hay diversos campos profesionales que formulan peticiones. Cuando, por ejemplo, debe abrirse un asentamiento para una base de satélites en las proximidades de una zona de urbanización, puede ocurrir que las circunstancias geológicas sean tales que pueda pensarse en varios aprovechamientos interesantes del terreno para dicho proyecto. Puede existir en la superficie una capa que resulte especialmente aprovechable para el uso agrícola, en particular en las proximidades de la ciudad. Al mismo tiempo puede existir un agua muy buena en un horizonte más profundo. En determinadas circunstancias, el manto de agua puede ser una capa de grava, y entonces resulta ésta asimismo interesante para la construcción, tanto para la obtención de materiales como para cimentación. Cuando, en este caso, no se dispone del científico de la Tierra y sus consejos, y, por ejemplo, no prueba que el aprovechamiento agrícola se puede también realizar muy bien en un área próxima, y que podría obtenerse mucho mejor agua subterránea de otra estructura geológica, la cuestión de de-

terminación de prioridades, que en este caso, por ejemplo, podría resultar más favorable para la explotación de gravas, sólo podría ser resuelta por un proyectista con las máximas dificultades, o incluso cabría el tomar una decisión errónea. Pero esto indica que el científico de la Tierra debe estar dispuesto en mayor medida cada vez a introducirse en los gremios dedicados al replanteo, pero utilizando simultáneamente su saber profesional para emprender una valoración de las demandas de utilización.

Esto puede recomendarse en conciencia sobre todo en aquellos casos, en los que la valoración solamente se limita al campo profesional que se puede abarcar. Por esta razón hemos transformado el mapa geocientífico del potencial del ámbito natural en un GMNEPU, es decir, en un mapa de uso (Utilization Map). Después de discusiones con los distintos colegas, nosotros mismos hemos elaborado un mapa de utilización preferente.

Dicho mapa ha resultado ser una base de replanteo muy valiosa y, por ello, tiene mucha demanda por parte de los proyectistas. Pero no debería ocultarse que mapas de esta clase han conducido a conflictos en algunos gremios de la administración pública, por ejemplo, si en un ministerio están reunidos simultáneamente los departamentos de economía hidrológica, forestal y agrícola, y un mapa-conflicto, elaborado por geólogos, muestra por primera vez a los funcionarios administrativos que hasta ese momento no han tenido dedicación a la solución de dilemas de esa clase. Visto así, el mapa GMNEP constituye en muchas ocasiones un impulso para los gremios administrativos que no es de menospreciar. Sobre este particular puede informarse también, por ejemplo, que solamente a partir de la aparición de los primeros mapas de potencial del ámbito natural se han hecho en determinadas zonas mapas de aprovechamiento forestal y de replanteo hidráulico detallado.

## IX

El mapa del potencial del ámbito natural, nacido en la Baja Sajonia, fue presentado por vez primera, con una escala relativamente pequeña, en el Atlas para el Establecimiento de Industrias en Baja Sajonia (LÜTTIG, 1972). Ha sido acogido con calor por los gremios a los que compete el desarrollo económico, y también posteriormente por los cuadros de replanteo y proyectos. Tenemos el encargo, después de haber hecho el mapa de potencial del ámbito natural a escala 1:500.000 de la Baja Sajonia, de realizar esta cartografía a escala 1:200.000, constituyendo un juego de mapas cubriendo todo el área, según la muestra que se incluye más arriba.

En otras regiones federales, sobre todo en Baden-Württemberg, se han creado mapas análogos. FREDERIK WOLFF ha presentado recientemente una cartografía de la zona de Drontheim (Noruega) a escala 1:50.000. En la India, en la región de Anantapur, se han editado tam-

bién mapas del potencial del ámbito natural, siguiendo nuestro ejemplo. En un seminario internacional de entrenamiento, que fue apoyado por la comisión alemana en la UNESCO, la sociedad Carl Duisburg y el ministerio federal para la colaboración económica, y realizado por el Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, en Hannover, en 1975 (Deutsche UNESCO-Kommission, 1975), fue transmitida la idea a los países en desarrollo. Entre tanto, esta última ha conducido asimismo a la fundación de la Subcommission of Environmental Maps de la IUGS, es decir, a la reorganización con el grupo de trabajo del GMNEP. La prosecución de la obra cartográfica, sobre todo en dirección a los países en desarrollo, se decidió en la última reunión de esta subcomisión en París, en marzo de 1978. La UNESCO ha accedido a prestar su apoyo a esta obra cartográfica. Entre tanto, desde Austria ha llegado a nuestros oídos que de una manera general debe adoptarse aquí el mapa de potencial del ámbito natural de acuerdo con las directrices sajonas, después de haberse elaborado los primeros bosquejos en Estiria.

Los planes de la Comisión de mapas (Subcommission on Maps of Environmental Geology=SC-MEG) están encaminados a la elaboración de regiones-muestra con objeto de lograr así una leyenda obligatoria general que, patrocinada por la UNESCO, ha de publicarse. La Subcomisión considera esta actividad como un impulso que debe transmitirse a los gremios nacionales. Saludamos como colaborador a cualquier colega que esté interesado en análogos mapas. Podría citar en particular obras cartográficas parecidas, que cubren aspectos parciales de la idea del Mapa del potencial del ámbito natural, sobre todo mapas que han aparecido en EE. UU., Polonia, Francia, Malasia, etc.

La SC-MEG desea estudiar zonas-muestra que se encuentran en las siguientes regiones:

- a) Región-muestra de Europa occidental: Una zona de mapas que alcanza desde la Baja Sajonia hasta el Sur de Inglaterra.
- b) Zona de Casablanca, Marruecos.
- c) El delta del Nilo.
- d) Una zona todavía no determinada de América del Sur.
- e) Una zona de ensayo en la India.
- f) Región de ensayo en Africa tropical.

Será bienvenida cualquiera otra sugerencia en este sentido.

## X

Desearía expresar de nuevo, y de manera especial, que esta idea, que es de la máxima trascendencia para las naciones industriales, puesto que las demandas del espacio natural se superponen en ellas de forma particular

a causa de la estrechez del mismo y de la industrialización, no sólo es de importancia aquí. Debe remitirse en mayor cuantía a los diversos aspectos de los países en desarrollo. Y aquí existe una tarea que podrían aceptar los países industriales europeos. En los países en vías de desarrollo se actúa todavía con frecuencia como si el potencial del ámbito natural fuese ilimitado. Sobre todo en países con grandes yacimientos de materias primas, sustancias energéticas y aguas subterráneas se desperdicia con mucha frecuencia el potencial natural. Ocasionado por los muy ambiciosos planes de los correspondientes gobiernos, a menudo no se presta suficiente atención al peligro de un imperdonable despilfarro del potencial de la Tierra. Las naciones industriales pueden indicar aquí el camino, basándose en sus con frecuencia amargas experiencias, y los servicios geológicos de estos países pueden también poner sus conocimientos a la disposición de los que se encuentran en fase de desarrollo, con objeto de lograr un aprovechamiento conveniente y ampliamente previsor del país. Con esta base, la SE-MEG, juntamente con el comité "Geoscience and Man" de la IUGS, proyecta celebrar en 1979 un simposio en uno de los países en desarrollo, que tiene como meta la extensión de las ideas del Mapa de potencial del ámbito natural en dichos países.

El mapa del potencial del ámbito natural es, de acuerdo con el pensamiento del autor, uno de aquellos medios auxiliares con los que, como se citó al principio, la Comunidad Europea busca, cuando proceda, representar relaciones totales, reacuar informaciónes de forma comprensible y facilitar las decisiones administrativas y de replanteo.

Mediante esta obra cartográfica, las Ciencias de la Tierra están llamadas a participar en el diálogo ampliado sobre el replanteo. El futuro de la humanidad depende de una manera decisiva de que se pongan buenas (y yo tengo a este mapa por bueno) herramientas a disposición de una ordenación del potencial del ámbito natural. La satisfacción de las necesidades básicas de la humanidad por el camino de dicha ordenación requiere, no obstante, excelente material cartográfico. Los servicios geológicos ofrecen desde hace más de cien años a los proyectistas mapas temáticos que pertenecen a los más exactos que ha suministrado la Ciencia. Pero no podemos permanecer encerrados en nuestra perfección académica, sino que debemos actuar como traductores de nuestro saber y representar nuestros conocimientos sobre las ciencias geológicas prospectivas en una forma más simple e inteligible. En este aspecto corresponde al Mapa del potencial del ámbito natural un papel clave, el de ser útil.

## BIBLIOGRAFIA

DECKER-PLATEN, J. D. et. al.: *Karten des Naturraumpotentials von Niedersachsen und Bremen* (Mapas del potencial del ámbito natural de Baja Sajonia y Bremen). Geol. Rdsch. 66, 3: 14-30. Stuttgart (1977).

COMISIÓN ALEMANA DE LA UNESCO: *Geoscientific studies and the potential of the natural environment*. 310 p., un anexo. Munich (1975).

LÜTTIG, G.: *Die Bedeutung der Bodenschätze Niedersachsens für die Wirtschaftsentwicklung des Landes* (La importancia de los tesoros del subsuelo de la Baja Sajonia para el desarrollo económico del país). Geol. Jb. 89: 583-600, una fig., una tab. Hannover (1971).

— *Naturräumliches Potential I, II y III. In: Niedersachsen Industrieland mit Zukunft* (Potencial natural I, II y III. En: Baja Sajonia, país industrial con futuro). 9-10, tres mapas, Hannover (Nds. Min. Wirtsch) (1972).

— *Geoscience and the potential of the natural environment*. Natural resources and development 3: 93-107, Tübingen (1976).

— *Die Rolle der geowissenschaftlichen Kartographie in der vorausschauenden Umweltforschung* (El papel de la cartografía geológica en la investigación previsor del medio ambiente). Kartogr. Nachr. 27, 3: 81-89, Bonn. Bad Godesberg (1977).

— & PFEIFFER, D.: *Die Karte des Naturraum-Potentials, ein neues Ausdrucksmittel geowissenschaftlicher Forschung für Landesplanung und Raumordnung* (El mapa del potencial del ámbito natural, un nuevo medio de expresión de la investigación geológica para el replanteo del país y la ordenación espacial). N. Arch. Nds. 23, 1: 3-13, Göttingen (1974).

STEIN, V.: *Regional planning and the exploiting of industrial minerals. Problems of industrialized countries*. Prepr. 3<sup>rd</sup> industr. Min. intern. Congr. 3 p., París (1978).

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

Por J. M. LOPEZ DE AZCONA (\*)

### IX. MADRUX (1849-1957) CONTINUACION

#### IX.16. CLAUDIO GUITIÁN Y FARIÑA (1916-1920)

Un accidente desgraciado tiene lugar el lunes (1916-agosto-14), en las Minas del Centenillo. Al inspeccionar José de Gascañana y Martín un realce desde una tolva o coladero aparentemente lleno de tierras, éstas se rebajaron arrastrándolo, cayendo posteriormente escombros de los laterales, sepultando su cuerpo. Distinguido alumno, había finalizado los seis meses de prácticas reglamentarias de fin de carrera, y quedando en sustitución del geómetra jefe del interior, el cual como inglés se había trasladado a su país el pasado mes de junio, con el objeto de incorporarse al ejército de operaciones. Profunda impresión causó el fallecimiento del joven ingeniero (veinticinco años) y con dicho motivo es reiterado el acuerdo (1916-septiembre-15) de colocar en un lugar preferente de la Escuela una lápida de honor, donde se inscriban los nombres de los Ingenieros de Minas que en cumplimiento de su deber profesional perdieron la vida en acto de servicio, o como consecuencia de ellos.

Un eminente Ingeniero, destacado Ministro de Fomento, con amplias relaciones con nuestra Escuela, fallece (1916-septiembre-14) se trata del Premio Nobel por la Academia de Estocolmo (1904) José Echegaray e Izaguirre. Como muestra de la condolencia asisten a su entierro en representación del Claustro el Director Guitián y los profesores Bárcenas y Santos.

Finaliza el año con dos R. O. interesantes, una (1916-diciembre-9) concediendo vacaciones de Navidad a los

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

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

alumnos de la Escuela desde el 9 de diciembre y, la otra (1916-diciembre-5) disponiendo que el Prof. Jefe del Laboratorio de Química industrial sea considerado como Ingeniero Agregado al Instituto Geológico y Minero.

El Cuerpo de Celadores de Minas viene desempeñando una importante labor de vigilancia en las minas, en la posible garantía de la vida y seguridad del obrero, a satisfacción completa de las Jefaturas de los Distritos Mineros y del Negociado de Minas del Ministerio de Fomento. Por ello, Rafael Gasset elevó a S. M. el nuevo Reglamento de dicho Cuerpo (R. D. 1917-enero-26). Entre sus artículos figura que estará formado por Ayudantes facultativos de minas y fábricas metalúrgicas con título oficial.

Continúa la lucha por las materias primas minerales, en algunos de los beligerantes, principalmente en los germanos, comienza a notarse la falta de materias primas para la construcción de su material bélico. Esta anomalía se aprecia principalmente en Francia al investigar Gramont, por medio del análisis espectroquímico, la composición química del material enemigo. Dadas estas circunstancias las Autoridades españolas consideran fundamental el estudio de los yacimientos hulleros y metalíferos y el levantamiento de los planos de las zonas mineras, aprobando las correspondientes instrucciones (R. O. 1917-mayo-4).

Con el fin de lograr un rápido resultado de los análisis de muestras, encaminados a un completo y mejor conocimiento de los criaderos minerales, indujo a la Admisión (R. O. 1917-mayo-5) a instalar laboratorios con este fin en los Distritos Mineros de Ciudad Real, Córdoba, Sevilla, Oviedo, León, Murcia, Almería, Granada y Badajoz, de cuya tutela, entre otros, figuraban el Director de la Escuela de Minas y el Jefe del Laboratorio de Química.

El infatigable geógrafo Enrique D'Almonte y Muriel es autorizado a la realización de otra expedición geográfica (R. O. 1917-febrero-20) por el Océano Pacífico, recorrería Japón, China, India Filipinas y Malaca, pero desgra-

ciadamente desapareció el vapor de la Cía. Transatlántica "Carlos Izaguirre", en Cabo de Buena Esperanza camino de Filipinas. La misión científico-comercial del Auxiliar Mayor de Minas iniciada el 20 de abril, quedó frustrada con su desaparición y su nombre lo inmortalizó la Sociedad Geográfica de Madrid y hoy figura en los Anuarios de la Real Sociedad Geográfica como muerto al servicio de la ciencia Geográfica, Cartógrafo, geógrafo, naturalista, geólogo y explorador eximio, realizó una misión científica y social de la mayor importancia en los fastos de la vida nacional, conocedor como nadie de lo que fueron las posesiones españolas en las más apartadas zonas. Con poderosa inteligencia y laboriosidad infatigable, había construido más de treinta mapas con datos anteriormente ignorados. Destacado dibujante lo presentó de niño Manuel Ruiz Zorrilla a S. M. don Amadeo de Soboya, quien le regaló un soberbio estuche de compases. Ingresado en la Escuela de Ingenieros de Caminos (1876) tuvo que dejar la carrera por falta de recursos con ocasión del fallecimiento de su padre en Brasil. Obteniendo el número uno en las oposiciones a las plazas de Auxiliares de Minas, dejó magníficos mapas, considerados como obras de arte, dibujados personalmente, en la Escuela de Minas, en la Comisión del Mapa Geológico y en el Distrito Minero de Filipinas. Propuesto para las máximas recompensas de guerra, principalmente por el General en Jefe de nuestras tropas en tierras de Legazpi, falleció aquel hombre excepcional por su grandeza y su modestia, cuando estudiaba las subrazas indonesia y malaya.

Los alumnos de 4.º y 5.º curso, consideran insuficiente la asignación dada por la Escuela con motivo de los viajes de prácticas, y piden se establezca una dieta fija por día. El asunto es tratado por la Junta de Profesores (1916-septiembre-15 y 1917-mayo-16) y llega a la conclusión de que al no prestarse un servicio, sino la recepción de una instrucción, debe establecerse la asignación de acuerdo con los gastos posibles. Elevados la petición y el informe a la superioridad, se deniega la pretensión (R. O. 1917-marzo-24) y añade la disposición oficial. "la Junta de Profesores debe continuar señalando en cada expedición la indemnización que debe abonarse a los señores Alumnos".

Los días lectivos del curso disminuyen, por múltiples causas en apariencia justificada, problema preocupante en todas las Escuelas de Ingeniería, y de acuerdo con las demás Escuelas (1917-septiembre-29) se decidió: 1.º Disminución de las vacaciones extraordinarias y fiestas irreglamentarias. 2.º, Condenar resulten prolongadas las prácticas de primavera. 3.º, Proponer la subdivisión de las prácticas en dos o más viajes de instrucción. 4.º, Los viajes, de ser posible tendrá lugar del 5 al 20 de diciembre.

Al campo español se le presentan dificultades para la adquisición de abonos potásicos consecuencia de la Guerra Europea. En España se han descubierto recientemente importantes reservas en las conocidas formaciones de Catalu-

ña. Entusiasta Francisco Cambó de las fuentes de riqueza catalana, ordena preparar un proyecto de Ley reglamentando la explotación de los criaderos de sales potásicas (1918-mayo-1), donde se establece la intervención del Estado, en cuanto a la regulación de la producción y venta de sus productos. Con varias modificaciones no substanciales fue aprobada y sancionada por S. M. (1918-julio-24) con la denominación de Ley de Sales Potásicas.

Inicia la Junta de Profesores (1918-mayo-7) una serie de largas sesiones, con el estudio minucioso de la reforma del Plan de enseñanza a base de: 1.º, Enseñanza profesional cíclica y graduada, 2.º, Incremento de las pruebas de cultura en los exámenes de ingreso. El preámbulo de su aprobación dice (R. D. 1918-septiembre-19): "las exigencias de la vida industrial moderna obligan a dar a las enseñanzas técnicas una base teórica que, siendo suficientemente sólida para sostener el edificio de las materias de aplicación, deje para el desarrollo, cada día creciente, de éstas el espacio y tiempo necesarios"... "Dar la mayor amplitud posible a las enseñanzas prácticas con una ampliación racional de las teorías que le sirven de base". Forman parte del R. D. una serie de divisiones y agrupaciones de las diversas asignaturas.

A la disposición por razones de economía, amortizando determinado número de plazas de los Cuerpos de Minas, entre ellas algunas de las Escuelas, se dispuso (R. D. 1918-septiembre-29) quedasen fijadas de la siguiente forma: 226 ingenieros, 58 auxiliares, 31 delineantes, 20 celadores, reducciones confirmadas posteriormente (R. O. 1919-octubre-17).

La calidad del combustible mineral continúa en alarmante descenso, las industrias y las casas de casa exponen insistentemente en la prensa y con manifestaciones callejeras las carestías, y las reducidas calorías de los combustibles sólidos. Hay que garantizar la calidad del carbón, principalmente el suministrado a los servicios públicos, para ello se dispone (R. O. 1919-enero-31) la realización con suma rapidez de los oportunos análisis en los laboratorios dependientes del ramo de Minas, con el consiguiente incremento de la actividad en el Laboratorio químico de la Escuela.

Es necesario tomar una serie de medidas, reivindicativas planteadas por los obreros, reclamadas con la mayor urgencia por la economía nacional, consideradas de justicia social, de un bien entendido humanitarismo e incluso de utilidad para el Tesoro Público al suprimirle cargas de beneficencia, que deben ser de previsión, por ello acordó el Gobierno satisfacer las aspiraciones obreras, con una serie de disposiciones: (R. D. 1919-marzo-11) estableciendo el seguro obligatorio de vejez (R. O. 1919-mayo-18) el seguro de paro forzoso. (R. D. -1919-abril-3) fijando en ocho horas al día o cuarenta y ocho semanales, la jornada máxima legal. R. O. 1919-octubre-19) y reduciendo la jornada máxima en trabajos subterráneos a siete horas por día.

Los telegrafistas plantean (1919-abril) una huelga general, con graves perjuicios a las empresas y, en general, a muchos ciudadanos, el Gobierno pide la cooperación a las Escuelas de Ingenieros, tanto por parte de sus profesores como de sus alumnos. La de Minas respondió rápidamente a esta indicación, mereciendo este comportamiento la correspondiente felicitación de la superioridad, con la circunstancia de haber quedado algún alumno como temporero y posteriormente de plantilla en el Cuerpo de Telégrafos.

Algunos ingenieros, principalmente el grupo joven en expectación de ingreso en el Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas, insiste sobre el tema de incompatibilidades, al igual que los de Agrónomos, Caminos y Montes. Para satisfacer estos deseos, razonables en muchos casos, preparó Abilio Calderón (R. D. 1919-septiembre-20) la creación de Juntas de incompatibilidades para cada uno de los Cuerpos de Ingenieros. También dispuso (R. D. 1919-septiembre-24) que los nombramientos de los presidentes de los respectivos Consejos, en lugar de ser por antigüedad, fuese por designación ministerial entre los consejeros. Nuevamente insisten cerca del Ministro de Fomento los aspirantes en expectativa de ingreso en los Cuerpos de Ingenieros que son: 200 de Caminos, 216 de Minas y 89 de Montes, logrando una disposición sobre provisión de las vacantes (R. D. 1919-septiembre-26).

Algunas plazas de Ingenieros, como las del Instituto Geológico y las de la Escuela se cubren por ingenieros que no han prestado los servicios preceptivos en provincias, lo cual es recordado (R. O. 1919-diciembre-19), reiterando la prohibición de prestar servicios en las dependencias que radican en Madrid, sin haber servido cuatro años en provincias.

Un ingeniero de 32 años destacado profesor de Matemáticas, autor de una obra maestra de Cálculo infinitesimal, de texto en varias Escuelas de Ingenieros, Ramón Pérez de Muñoz, es asesinado (1920-abril-9) cuando, como miembro activo de "Unión Ciudadana" acompañaba con otros militantes, a unas mujeres de la fábrica La Fortuna a quienes no querían dejar trabajar unos piquetes de huelguistas. Fue acometido a tiros en la calle de San Vicente, por un grupo de huelguistas apostados detrás de la esquina, cayendo muerto instantáneamente. El crimen de este hombre, modesto y bondadoso, persona de bien y defensor activo del orden fue condenado por la generosa juventud de la Escuela de Minas y de las otras Escuelas de Ingenieros, quienes llevaron a hombros sus restos hasta el cementerio. En el Palacio del Senado, fue presentada una proposición de ley, por los Senadores Eduardo Gullón, Daniel de Gortázar, Conde de Valmaseda, Gálvez Cañero, San Miguel, Pidal y Rebollo, sobre la concesión de una pensión vitalicia a la viuda de Pérez de Muñoz.

En poco tiempo fallecen tres alumnos de la Escuela: José García y García (1920-abril), José María de Mazarre-

do y Trenor (1920-septiembre) y Augusto Moreno de Carlos (1920-octubre).

El Reglamento de Policía Minera tiene carácter provisional (R. D. 1910-enero-28). Los procedimientos mecánicos de arranque, preparación, transporte y beneficio, progresan extraordinariamente, hay que velar por la seguridad de los obreros ante la mecanización, efectuar los ensayos mecánicos aconsejados por una elemental prudencia y en una palabra, es necesario actualizar el Reglamento de Policía Minera. Se dispone la formación de una Comisión (R. O. 1920-agosto-16) compuesta, entre otros, por el Profesor de Laboreo de la Escuela y por un profesor auxiliar.

Algunos ingenieros consideran les irrogaría perjuicio a las empresas donde prestan sus servicios, si se viesan obligadas a prescindir de su colaboración, en cambio hay ingenieros que podrían entrar en centros como la Escuela y el Geológico, si se promulgase una disposición legal. Varios ingenieros plantean el asunto al Ministro de Fomento, Emilio Ortuño, quien presenta a S. M. (R. D. 1920-agosto-24) el texto siguiente: "Los Ingenieros de Minas con derecho a ingreso en el Cuerpo, al cumplir el cuarto año de la terminación de su carrera, serán considerados como supernumerarios con los derechos y obligaciones que las disposiciones vigentes señalan para los que han pasado a la misma situación". De acuerdo con esta disposición, se cubrieron varias plazas en la Escuela, Instituto Geológico y Policía Minera. Al establecerse (1963) la asignación por trienios, el Ministerio de Educación reconoció estos servicios como computables para trienios, la Asesoría jurídica del Ministerio de Industria lo consideró como una habilidad legalística y fue necesario una sentencia favorable del Tribunal Supremo para que se computasen.

La guerra trajo un encarecimiento de la vida, el personal del Laboratorio Gómez Pardo tiene unas asignaciones reducidas, se acuerda un aumento de éstas (1920-octubre-2) por un importe total al mes, para todos, de 52,75 pesetas.

Había nacido (1855) Guitián en Cuenca, muy joven fue diputado a cortes, con su característica liberal, desengañado pronto de la política, dejó su orientación por este campo, fue profesor brillante de geometría descriptiva y estereotomía, falleciendo en Madrid (1921-diciembre-6), ya jubilado.

#### IX-17. LEOPOLDO BARCENA Y AZNAR (1920-1921)

El profesor Alonso Martínez destaca (1920-octubre-8) la importancia de la Economía Industrial y especial minera, es necesario ampliar su enseñanza, y formar entre los ingenieros técnicos competentes en las materia económicas.

Está en vigor (D. 1869-febrero-6), mediante una tramitación burocrática, la admisión en España de títulos profesionales adquiridos en el extranjero, generosidad no

correspondida por muchos países. Planteada a Eduardo Dato esta diferencia de criterios, consideró que por razones de decoro del Estado, deben limitarse las autorizaciones, quedando (R. D. 1920-diciembre-27) dispuesto que "en los sucesivos sólo podrán autorizar el ejercicio en España a las profesiones de Médico, Odontólogo e Ingeniero y Capataz de Minas a los que adquirieron el respectivo título en países que den igual trato a los propios títulos expedidos en España".

Un eminente electrotécnico español, colaborador en las actividades de la Escuela de Madrid, Subdirector de la Escuela de Facultativos de Bilbao y promotor de la interconexión de las redes eléctricas nacionales Ramón Urrutia y Llano, fallece en Bilbao (1920-diciembre).

Continuas intranquilidades en el campo estudiantil, muchas de ellas promovidas por diferencias de criterio entre las dos agrupaciones principales de estudiantes, la FUE y los católicos, dieron lugar durante el curso 1920-21 a varias faltas colectivas de asistencia, en todas las asignaturas, sancionadas (1921-marzo-31) con la prolongación del curso lectivo hasta el 31 de mayo.

Incorporaciones a filas anormales, impidieron a muchos alumnos de las Escuelas de Ingenieros, Peritos y Ayudantes la participación en los exámenes de las convocatorias de junio y posiblemente en la convocatoria de septiembre, y dieron lugar al establecimiento de convocatorias individuales cuando los estudiantes finalizaran el compromiso militar (R. O. 1921-octubre-10).

Nuevas reuniones con discusiones minuciosas, conducen a una actualización del Reglamento de la Escuela (R. D. 1921-diciembre-16), en este Reglamento figuran detalladamente las normas a seguir por los laboratorios de química y de metalografía y trata de sus tres museos de Paleontología, Mineralogía y Geología.

Nació Bárcena en Vigo (1859), ingresó a los dieciséis años en la Escuela terminando brillantemente su carrera, hombre activo y enérgico, actuó brillantemente en la industria y después como profesor de astronomía, geodesia y topografía de la Escuela. Jubilado residió en Madrid donde falleció con edad avanzada, después de varias desgracias familiares (1947).

#### IX-18. ADRIANO CONTRERAS Y VILCHES (1921-1922)

El nuevo curso 1921-22 tampoco se presenta tranquilo, hubo varias faltas colectivas. Se acercan las vacaciones y los alumnos de los cuatro primeros cursos deciden tomarse por anticipado las de Navidad, desde el sábado 10 de diciembre en que prácticamente finalizaron los días festivos concedidos graciosamente por la Dirección con motivo de la festividad de Santa Bárbara, estado de indisciplina, íntimamente ligado a una debilidad general del régimen escolar, opinando algunos profesores y padres de los alumnos deben tomarse medidas que sustraigan esta

actitud pasiva, favorable a la acción debilitante del medio social. Con el fin de evitar sanciones, algunos profesores comprensivos de la situación comenzaron a dar conferencias sobre sus asignaturas, de asistencia voluntaria, o poner trabajos extraordinarios en compensación de las faltas cometidas. A los profesores siempre dispuestos en todo cuanto favoreciese a los alumnos, plantearon éstos sus reivindicaciones, aceptadas en parte con la modificación de tres artículos del Reglamento (R. O. 1922-febrero-24), quedando momentáneamente zanjada la cuestión asistencial.

Nació Contreras (1857-septiembre-27) en Córdoba, después de trabajar en la industria, pasó a la actividad oficial, desempeñando la cátedra de química en la Escuela de Minas, fue Vicepresidente del Consejo de Almadén y Arraíyanes y Presidente del Consejo de Minería, con su vasta cultura, fue un inmejorable publicista técnico y considerado como uno de los precursores del periodismo científico, falleciendo en Madrid (1931).

#### IX-19. EDUARDO GULLON Y DABAN (1922-1927)

Las asignaturas de Hidráulica y Mecanismos no son explicadas por su profesor, Carlos Tavares de Tolentino, al nivel que los alumnos consideran corresponde a la Escuela de Minas. La opinión va llegando a oídos de los profesores, el director lo plantea en Junta (1921-diciembre-13) la que opina "las enseñanzas no sólo no están a la altura científica que corresponde, sino que puede decirse son nulas o casi nulas", representando para el Director un verdadero y doloroso sacrificio de índole personal el plantear claramente esta desagradable cuestión. La solución finalizó con la petición por parte de Tolentino de pasar en comisión al Distrito de Vizcaya, deseo que le fue concedido (R. O. 1922-febrero-11).

La reorganización ministerial recientemente efectuada transfirió los asuntos de Comercio, Industria y Minas al Ministerio de Trabajo, oportunidad coincidente con la creación (R. D. 1922-febrero-21) de la Dirección General de Minas y Metalurgia suprimida anteriormente (Ley 1849-abril-11), razonada en el párrafo siguiente: "Indudable es que cuanto contribuya a desarrollar la explotación de nuestras cuencas hulleras, al alumbramiento de aguas subterráneas, que permita cultivar las tierras hoy casi improductivas y en general todo lo que determine el progreso de la enseñanza minera y Minería Nacionales, representa un acrecentamiento considerable de la riqueza pública".

Los programas compendiados de las asignaturas que se pueden cursar en la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, fueron aprobados (R. O. 1922-marzo-20). Consecuencia de los cambios de reglamentación, fue la circunstancia de que 67 aspirantes se ven próximos a la aprobación de todas las disciplinas de ingreso salvo el inglés. Capitaneados estos aspirantes por Luis Barrón del Real, hacen gestiones y consiguen (R. O. 1922-marzo-28) sea

suprimida la obligatoriedad para quienes hubieran sufrido algún examen antes de la promulgación del nuevo Reglamento y también la supresión de los dos idiomas para quienes ingresen en la convocatoria de 1922.

Fueron anunciados los correspondientes concursos (R. O. 1921-diciembre-21) para la provisión de las tres plazas vacantes de ingeniero en la Escuela y los laboratorios de la misma. Se presentaron múltiples dificultades para una resolución reputada como justa e independiente, destacando entre los aspirantes Alfaro, Fontanals y Sánchez Arboleda, frente a los propuestos Manuel Moreno Pascuau, Ceferino López y Sánchez AVECILLA y Juan Antonio Kindelán. Con motivo de la formación de la propuesta uno de los méritos alegados por Moreno Pascuau era los servicios prestados en las Minas de Utrillas, calificados por Gómez Rojas y Querejeta con la frase siguiente: "las minas citadas son de escaso interés y no reúnen las condiciones más apropiadas para obtener en ellas amplia especialización minera". Promovidas discusiones acaloradas, Emilio González Llana pide sean dictadas disposiciones complementarias "para establecer condiciones mínimas entre los candidatos tanto en lo que se refiere a la práctica de la profesión como en lo relativo a sus expedientes académicos". Fueron designados (R. O. 1922-marzo-17) para cubrir las plazas AVECILLA y Kindelán, la cobertura de la tercera se dilata y entra en período de negociaciones cada vez más acaloradas. Iniciadas las vacaciones de verano Gómez Rojas y Querejeta reciben (1922-agosto-13) la carta siguiente: "Encargados por el Sr. Conde de la Liseda de pedir a V. aclaraciones por los conceptos emitidos públicamente por V. al verificar la votación para cubrir una vacante en la Escuela de Minas, rogamos a V. nos indique sitio y hora en que podamos tratar de este asunto o persona que tenga su representación. De V. atentos s.s.q.e.s.m. Miguel Enrile Coronel de Ingenieros. José Gobartt, Coronel del Regimiento Inmemorial del Rey." Esta carta muy comentada por los Ingenieros de Minas, fue considerada como una coacción al libre ejercicio de las funciones encomendadas por las disposiciones vigentes a los profesores de la Escuela. Antes del envío de los padrinos a Gómez Rojas y Querejeta el asunto se había politizado y en la Dirección General de Minas habían preparado la correspondiente disposición (R. O. 1922-junio-9) donde se precisaba la interpretación del párrafo 2.º del artículo 70 del Reglamento de la Escuela.

Las Escuelas de Ingenieros tienden a democratizarse, los alumnos cada día con más pretensiones organizan una campaña de modernización de los reglamentos de enseñanza con su intervención directa, el Consejo de Ministros accede (R. O. 1922-enero-4) y dispone la creación de una comisión encaminada a estudiar la "Reforma general de la enseñanza técnica", integrada por dos profesores y un alumno de cada una de las Escuelas; por la de Minas se designan a Pineda y González Llana los alumnos por unanimidad eligen al de tercer curso José Balzola y Menchaca, alumno sobresaliente durante toda

su carrera. La discusión en el Claustro de Profesores es, en general, en contra de la orden de la Presidencia por privar a la Junta de su prerrogativa de única entidad legal con facultades para proponer cambios en su Reglamento y planes de enseñanza. Se acuerda protestar de la disposición de la Presidencia del Gobierno pero acatarla. En este asunto pueden destacarse dos tendencias: la del profesorado conservadora y la del alumnado progresista. Legalmente los alumnos han triunfado, la comisión no redactó el plan de reforma y sólo quedó el precedente de los alumnos de las Escuelas de Ingeniería en la intervención en problemas fundamentales de la enseñanza.

La intervención de la FUE en la vida del País es cada vez más activa y aprovecha todas las oportunidades para promover conflictos estudiantiles. Comenzado el curso 1922-23, la sección de ingeniería y arquitectura de esta organización denominada "Asociación de alumnos de ingenieros y arquitectos" bajo la presidencia de Antonio Mas Sbert, de industriales con quien colaboraba como secretario Secundino Felgueroso de minas, se valen de cualquier coyuntura para intervenir. Hábilmente mueve Sbert (1922-noviembre), entre sus compañeros de industriales el tema del título de Ingeniero Industrial del Ejército dado a los Artilleros. El asunto trasciende a la calle, las otras cuatro Escuelas de Ingenieros y la de Arquitectura se les unen, organizan manifestaciones, interviene la fuerza pública, ésta penetra en los centros docentes e incluso, hay varios heridos uno de ellos de la Escuela de Minas, surge la huelga estudiantil. Como aclaración hemos de destacar, por coincidir aquella época con nuestra preparación para el ingreso en la Escuela, el haber apreciado que muchos Ingenieros y gran parte de los profesores de la Escuela de Minas, sostenían la razón de los alumnos, pero el planteamiento violento era, en su opinión, poco acertado. La comunicación dirigida por Sbert y Felgueroso al claustro de la Escuela de Minas (1922-noviembre-15) fue objeto de detenido estudio (1922-noviembre-17) y se aprecia por parte de la Junta de Profesores, intenciones de ayuda a los estudiantes y logran una solución sin perjuicio alguno para la enseñanza y los alumnos. Promueve Sbert la celebración de una reunión del "Comité Nacional Ejecutivo de Estudiantes" para el estudio del ya denominado "pleito de Ingenieros y Artilleros", calificando al momento estudiantil como de la mayor gravedad. En ella se fijan las siguientes bases de negociación: 1.ª Delimitación de atribuciones en los campos de la Ingeniería Civil y la Militar. 2.ª Ser peligroso la no suspensión de clases, por crear a los alumnos una situación equívoca. 3.ª Mantener en suspenso las enseñanzas. 4.ª Incrementar el curso con tantas clases como las aplazadas, para completar el total de los programas. Dada la simpatía que la causa tiene en general el claustro acuerda darse por enterado (1922-noviembre-20) y elevar estas peticiones a la superioridad para que el Ministerio resuelva. El Ministerio comunica al Director (1922-noviembre-21) dando la absoluta conformidad a lo actuado, "y el agrado con que ha visto la forma en que vela por el cumplimiento

de las prescripciones del Reglamento en favor de los sagrados intereses de la enseñanza". Pasan los días, ninguna autoridad toma decisiones, el conflicto se extingue y se reanuda las clases el lunes (1922-diciembre-1), sin solucionar la competencia de atribuciones presentada. Durante este período de noviembre y diciembre, las faltas generales de cada curso fueron 21, acordándose (1923-abril-6) su ampliación con este número de días lectivos. La acogida favorable que tuvo la huelga en los Ministerios de donde dependían las diversas Escuelas de Ingeniería y la de Arquitectura, favoreció la idea de profesores y alumnos de cancelar estas clases, con disposición específica para cada Escuela (R. O. 1923-abril-24).

El edificio posterior a la Escuela, denominado de laboratorios, necesita una reforma y ampliación dado el aumento de las actividades. Como punto inicial para la confección del proyecto y finalización de obra, puede considerarse la designación (R. O. 1923-mayo-1) de Arquitecto auxiliar de las obras a favor de Francisco Luque y Pérez.

Se celebran en el mes de junio los exámenes de la segunda sección de ingreso, denominada Geometría y Trigonometría. Como academias preparatorias específicas de Minas, pueden considerarse únicamente dos: la de Vicente García Castañón y la del Colegio de Nuestra Señora de las Maravillas de los Hermanos de las Escuelas Cristianas. De los seis problemas propuestos en el examen fuimos pocos los de Maravillas que llegamos a la solución satisfactoria de cuatro; de la Academia Castañón la mayoría decía haber resuelto correctamente todos los problemas. Salen las esperadas listas y surge la sorpresa. La casi totalidad de los aprobados pertenecemos a Maravillas, los de Castañón son una minoría. Este ingeniero se indigna, visita a su compañero el Presidente del Tribunal para ver los ejercicios prácticos de la sección segunda, quien le manifiesta no es de su incumbencia el facilitarlos. Presenta una solicitud dirigida al Director de la Escuela con la misma pretensión alegando su interpretación de que deben ser públicos los ejercicios. La Junta acuerda (1923-junio-16) no facilitarlos por no concretar el Reglamento esta circunstancia, así como felicitar a los tribunales de ingreso por su actuación. Recurre Castañón en alzada y su pretensión es desestimada (R. O. 1923-agosto-1). Al mismo tiempo logra de Gasset una disposición aclaratoria (R. O. 193-agosto-2) al art. 35 del Reglamento, en el sentido de estar afectos "en lo que se refiere al ejercicio práctico como al oral, el régimen de publicidad". Para el sucesivo cumplimiento de esta disposición acuerda la Junta (1923-septiembre-18), que los ejercicios escritos, después de calificados y foliados, estén durante ocho días en Secretaría de la Escuela para que un empleado de la misma, pueda enseñarlos a los interesados que lo deseen consultar.

Con motivo del viaje de prácticas de los alumnos de cuarto curso, surgen diferencias entre Balzola, número uno de la promoción y siempre con calificación de muy bueno, y el Prof. Fábrega. Los compañeros le indican a

túe con más prudencia, trate con más consideración al profesor y demuestre interés durante las explicaciones. No hace caso de sus compañeros, la tirantez con Fábrega aumenta y éste (1923-octubre-2) lo pone en conocimiento de la Junta, la cual acuerda sean juzgados con severidad los trabajos de prácticas de Balzola.

Costumbre secular de todos los Gobiernos es la de programar economías en los presupuestos del Estado, aunque éstos en realidad tengan incrementos en los gastos totales. El Director Militar tenía el mismo criterio. El General de Ingenieros Militares encargados del despacho del Ministerio (R. O. 1923-octubre-1) dispuso la reorganización de la Escuela y sus dependencias introduciendo una reducción mínima del 25 por 100, tanto en personal como en las demás consignaciones adscritas en los presupuestos vigentes. La noticia es fatal para la Escuela (1923-octubre-18), con esas reducciones no puede continuar su labor docente, investigadora y de ayuda a la industria nacional. Son preparados escritos (1923-octubre-20), con reflexiones sobre lo desafortunado que sería cumplir esta orden, se acude a las dos organizaciones estudiantiles, para que también aporten a los poderes públicos sus puntos de vista. Se invita al General Vives, Subsecretario de Fomento, a visitar la Escuela, lo que nunca hizo, habiendo programado medidas restrictivas en cuanto a los distritos mineros como la supresión de los de Orense, Teruel, Guadalajara, Cáceres, Lérida y Málaga (R. D. 1924-julio-3). Se inician las Economías en el capítulo de personal de la Escuela. El concurso anunciado para cubrir en los laboratorios la vacante de Herrero se suspende definitivamente, así como la producida por la jubilación del conserje de la Escuela, el popular y bueno Suárez, quien continuó durante varios años desempeñando la plaza con el mismo interés y celo, por tratarse de una persona de confianza absoluta. Una comisión de profesores visita a Vives (1924-enero-15) sobre este problema, salieron muy bien impresionados, pero con la misma fecha se impuso un telegrama del Subsecretario de Fomento, reiterando las disposiciones sobre economía y comuniquen las medidas tomadas antes del día 18. La Junta de profesores acuerda (1924-enero-16) mantener su actitud contraria a las economías. Continúa la amortización general de vacantes, ocupándose personalmente Primo de Rivera (R. D. 1924-julio-23) en preparar las reglas a seguir con dos capítulos "amortización de vacantes" y "régimen a que se someterá el personal sobrante". También se dispone (R. O. 1924-agosto-19), que antes de primero de noviembre se proceda a efectuar la organización general de los servicios del ramo de Minas, publicándose las plantillas definitivas que habrán de regir para todos ellos. En cumplimiento de esta real disposición se insta (1924-octubre-14) de la Escuela informe sobre la reorganización a introducir para su cumplimiento. La Propuesta presentada se refiere al aplazamiento en la cobertura de las últimas vacantes producidas y unas acumulaciones de cátedras consecuencia de éstas, que son: Geometría descriptiva y sus aplicaciones a Dibujo; Hidráulica a Mecánica y Me-

canismos a Mecánica racional, lo cual fue aceptado (Real Orden 1924-diciembre-12),

Otra disposición (R. O. 1924-febrero-29) sobre variación de los horarios de clase, disponiendo sean sólo por la mañana, desagrada al Claustro, por mermar facultades a la Junta de profesores.

Estima Prats (1924-junio-16), en vista del desarrollo adquirido por los estudios y prácticas de radiotelefonía, con múltiples aplicaciones posibles en los establecimientos mineros, generalmente alejados de centros de población y comúnmente separados de las casas y organizaciones centrales, deberían completarse los programas de la Escuela con esta disciplina y establecer instalaciones dedicadas a la recepción y transmisión de ondas hertzianas. Esta idea fue aceptada con satisfacción y cumplimentada.

Una de las conclusiones del Primer Congreso Nacional de Ingeniería, fue la creación de un "Comité Nacional para el Ensayo de la Fundición", para la mejora de su calidad, que aborde al amplio programa de investigación científica con aplicación a la industria. Este Comité se crea (R. D. 1924-febrero-8) con la participación como vocales natos del profesor de Siderurgia y del ingeniero del Laboratorio de investigación metalográfica de la Escuela de Minas.

Varios ingenieros de plantilla, tanto de la Escuela de Minas como del Instituto Geológico, perciben sus asignaciones como gratificación, lo mismo ocurre con funcionarios de otras profesiones. Cuando alcanzan la jubilación se encuentran que estos servicios no son computables para la regulación de su haber pasivo. Promovida la consulta al Director Militar éste responde (R. D. 1924-abril-25) son computables los servicios en propiedad o interinos en plantilla reglamentaria o con sueldo detallado en los presupuestos del Estado, por lo cual en los presupuestos siguientes se logró que las mencionadas plazas, en el capítulo de gastos, figurasen con "gratificación en compensación de sueldo", con cargo a personal.

Con ocasión de la jubilación del Presidente del Consejo de Minería (1923-julio-3), Académico José María de Madariaga y Casado, muchos ingenieros de todas las especialidades, antiguos alumnos suyos de electrotecnia, solicitaron de S. M. le fuese concedida la Gran Cruz de Alfonso XII. Concedida ésta y como complemento del homenaje programado, la Presidencia de la Asociación de Ingenieros de Minas rogó a la Escuela autorizara la colocación de una lápida en la cátedra donde explicó sus cursos el ilustre maestro, acordando el Claustro un aplauso a dicha iniciativa, en honor de tan inmejorable y preclaro profesor.

Las Cámaras Mineras plantean (1924-noviembre-21) al Consejo de la Economía Nacional la necesidad de convocar una Conferencia Nacional de Minería con la cooperación de los Ministerios de Fomento, Trabajo, Comercio e Industria, programándola para fecha inmediata (1925-febrero-15). Consideró S. M. la importancia de la industria minera, y la conveniencia de celebrar un acto donde

se discutan todos los problemas que le afectan y la celebración de la Asamblea (R. D. 1924-diciembre-6). Para la ejecución de este R. D. se dictó la correspondiente disposición (R. O. 1924-diciembre-22), en la cual tuvo amplia intervención el profesorado de la Escuela, incluso con un vocal representante de la misma, Fernández Miranda (R. O. 1925-enero-20). Los temas tratados se agruparon en dos: Crisis de la industria minera y Legislación e impuestos mineros.

Establecidos por elección los nombramientos de los destinos de Jefes de algunos Cuerpos de Ingenieros (Real Decreto 1924-febrero-1) se extendió esta disposición al Cuerpo de Minas (R. D. 1925-enero-24) quedando la provisión por concurso de méritos únicamente para los puestos de Director y profesores de Escuela y Laboratorios y para Director y vocales del Instituto Geológico.

Se prepara en Huesca, su ciudad natal, el homenaje a uno de los geólogos más distinguidos de España, Lucas Mellada y Pueyo, (1841-1921), antiguo profesor de Mineralogía de la Escuela de Langreo y de Geología y Paleontología de la de Ingenieros de Minas, programado este acto (1925-mayo-3) e invitada la Escuela, se acuerda participen (1925-abril-30) cuatro profesores y dos alumnos de cada año.

Las obras del pabellón denominado de Laboratorios, en la parte posterior de la Escuela, con fachadas a Alenza y Cristóbal Bordú, es adjudicada (R. O. 1925-febrero-23) a Pablo Cantó y Navarro, con ello esperamos, profesores y alumnos, quedase satisfecho nuestro deseo de poder disponer de unos laboratorios adecuados a nuestros estudios teóricos.

El Reglamento de la Escuela establece la obligatoriedad para los profesores de escribir los libros de texto, cuando ninguna obra se ajuste al programa de la asignatura. El incumplimiento de esta obligación nos desagradaba a los alumnos, por la necesidad en muchas asignaturas, de adquirir varios libros para completar el programa. Plantea Fábrega lo reducido de la asignación de los profesores, frente al gasto de la edición de una obra de texto. Dicho profesor cumplidor de los preceptos reglamentarios, había escrito su obra de Geología y de la asignatura agregada Criaderos minerales, y propone muy acertadamente que como ayuda a esta obligación, sean adquiridos por la biblioteca de la Escuela un cierto número de ejemplares de las obras (1925-junio-5). Después de discusiones y largas tramitaciones, se acordó (1926-febrero-25), sean adquiridos a los autores, con carácter de ayuda económica, 125 ejemplares de las obras de texto editadas por los profesores.

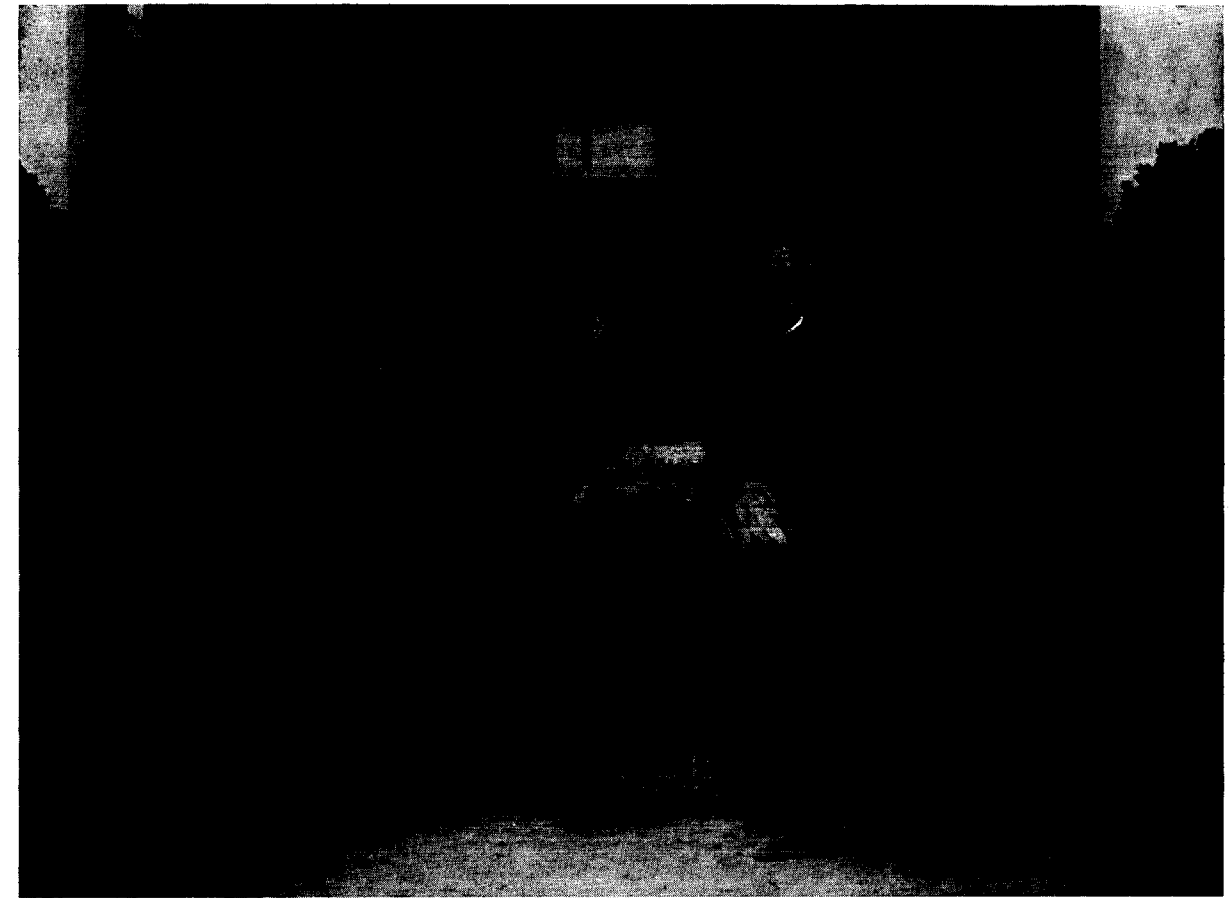
Continúan las actividades de los titulados extranjeros en España, motivo de varias reclamaciones al Gobierno por parte del Instituto de Ingenieros Civiles. El Gobierno atiende estas peticiones, con una decisión del agrado de ambas partes (R. D. 1925-septiembre-22), donde se consideran las circunstancias de expañoles o extranjeros y éstos, con convenios de reciprocidad en sus países o sin

ellos, así como la prohibición de usar denominaciones que puedan prestarse a confusión con los títulos de las Escuelas de Ingenieros.

Durante las vacaciones fallece el ingeniero Juan de Urrutia y Zulueta, prestigio de la industria nacional tanto en el campo de la electricidad como en el de la metalurgia y los alumnos Mariano del Campo, de primer curso, verdaderamente notable en sus ejercicios de ingreso y destacado durante el único curso seguido en la Escuela, y el libre de 5.º curso, José Geli y Moragas.

quien en varias ocasiones había actuado como profesor auxiliar de dicha asignatura. El Gobierno recogió las propuestas de la Escuela y del Geológico en el sentido de que los profesores y los vocales puedan ser provistos por Ingenieros Jefes o Ingenieros Subalternos (R. O. 1926-enero-19).

El infatigable Sbert fue sancionado por el Directorio Militar como promotor habitual de conflictos estudiantiles, basados principalmente en el pleito denominado de los artilleros, sus compañeros se habían dirigido al Jefe



Visita de S. M. el Rey D. Alfonso XIII a la Escuela de Minas. Le acompañan el Presidente del Congreso Geológico Internacional y el Director de la Escuela.

Una cátedra de tanto prestigio en la Escuela de Minas como la de Electrónica, quedó sin candidato, por el absurdo de sólo poderse desempeñar por un Ingeniero Jefe, en su virtud se hizo la oportuna consulta al Ministerio, donde contestaron (R. O. comunicada 1925-octubre-8) se proveyese por propuesta directa. Esta circunstancia, permitió plantear la carencia de oportunidad de que las cátedras estuviesen adscritas a una categoría determinada. Acuerdan proponer a Manuel Querejeta (1925-octubre-15)

del Gobierno y Presidente del Directorio Militar pidiendo su libertad. A este escrito, se adhieron los alumnos de Agrónomos (1925-octubre-9) por estar sancionados sus profesores Philip y Alvarez Ugena y, posteriormente (1925-octubre-16), los de Minas en escrito firmado por: Gortázar, J. M., Mellado, Chacón, De Juana y G. Fuentes, en representación de todos los alumnos de la Escuela. Se recibe orden comunicada del Ministerio (1925-octubre-16) de apertura de expediente disciplinario a los firmantes.



ellos, así como la prohibición de usar denominaciones que puedan prestarse a confusión con los títulos de las Escuelas de Ingenieros.

Durante las vacaciones fallece el ingeniero Juan de Urrutia y Zulueta, prestigio de la industria nacional tanto en el campo de la electricidad como en el de la metalurgia y los alumnos Mariano del Campo, de primer curso, verdaderamente notable en sus ejercicios de ingreso y destacado durante el único curso seguido en la Escuela, y el libre de 5.º curso, José Geli y Moragas.

quien en varias ocasiones había actuado como profesor auxiliar de dicha asignatura. El Gobierno recogió las propuestas de la Escuela y del Geológico en el sentido de que los profesores y los vocales puedan ser provistos por Ingenieros Jefes o Ingenieros Subalternos (R. O. 1926-enero-19).

El infatigable Sbert fue sancionado por el Directorio Militar como promotor habitual de conflictos estudiantiles, basados principalmente en el pleito denominado de los artilleros, sus compañeros se habían dirigido al Jefe



Visita de S. M. el Rey D. Alfonso XIII a la Escuela de Minas. Le acompañan el Presidente del Congreso Geológico Internacional y el Director de la Escuela.

Una cátedra de tanto prestigio en la Escuela de Minas como la de Electrónica, quedó sin candidato, por el absurdo de sólo poderse desempeñar por un Ingeniero Jefe, en su virtud se hizo la oportuna consulta al Ministerio, donde contestaron (R. O. comunicada 1925-octubre-8) se proveyese por propuesta directa. Esta circunstancia, permitió plantear la carencia de oportunidad de que las cátedras estuviesen adscritas a una categoría determinada. Acuerdan proponer a Manuel Querejeta (1925-octubre-15)

del Gobierno y Presidente del Directorio Militar pidiendo su libertad. A este escrito, se adhirieron los alumnos de Agrónomos (1925-octubre-9) por estar sancionados sus profesores Philip y Alvarez Ugena y, posteriormente (1925-octubre-16), los de Minas en escrito firmado por: Gortázar, J. M., Mellado, Chacón, De Juana y G. Fuentes, en representación de todos los alumnos de la Escuela. Se recibe orden comunicada del Ministerio (1925-octubre-16) de apertura de expediente disciplinario a los firmantes.

Estos declaran que no hubiesen firmado el escrito promovido en nombre de sus compañeros, si hubiesen sabido se consideraba como una falta de disciplina. Los ponentes ven con simpatía la actuación de los alumnos y acuerdan (1925-noviembre-3) proponer sean sancionados con "una represión privada", sanción confirmada por la Junta (1925-noviembre-4).

El edificio de los Laboratorios está ultimado y la maquinaria instalada, gestiona Gullón sea S. M. quien los inaugure, acto que se celebra solemnemente el viernes (1925-diciembre-4), festividad de Santa Bárbara, al que asistimos los profesores y los alumnos de los cinco cursos. S. M. acompañado del Gobierno recorrió el magnífico salón de conferencias y los diversos laboratorios, donde nos habían distribuido a los alumnos en plan de clases prácticas. Estuvo muy cordial S. M., habló con varios de nosotros y nos hizo varias preguntas acertadas sobre las prácticas que realizábamos. Encargó S. M. al Ministro de Fomento, con ocasión de esta su cuarta visita al Centro, expresase al Director, Claustro y Alumnado su mayor y más sincero aplauso por lo bien montadas que estaban las instalaciones y por la disciplina y subordinación de los alumnos.

En el magnífico salón de actos, presidido por un óleo de Carlos III, representaron en las seis vidrieras, las actividades fundamentales de la Ingeniería de Minas: química, topografía, geología, electricidad, metalurgia y laboreo de minas, así como los nombres de diez de los ingenieros de Minas más destacados de entre los que formaron el cuerpo, por ello no figura del Río, dado que cuando se creó el Real Cuerpo Facultativo optó por continuar en México, donde falleció. A la derecha se colocó una placa de mármol blanca actualizada, de los caídos en el cumplimiento del deber y posteriormente (1940) otra dedicada a los tres profesores y nueve alumnos caídos durante la guerra civil.

El problema de los combustibles necesitaba una solución racional y nacional dando como posible (R. D. 1926-enero-6) la creación del Consejo Nacional del Combustible, dependiente de la Presidencia del Gobierno, entidad encargada de estudiar y proponer el régimen y administración más conveniente para su solución, cesando la Comisión de Combustibles de creación reciente (R. O. 1925-enero-16). A este Consejo fueron incorporados varios profesores de la Escuela.

Se celebra en Madrid el Congreso Geológico Internacional inaugurado por S. M. el Rey Alfonso XIII (1926-mayo-13), acto aprovechado para la inauguración del actual edificio del Instituto Geológico y Minero. Como parte de las secciones del Congreso están instaladas en la Escuela y organizadas por sus profesores, aprovechó S. M. este acto para realizar una visita a las cátedras y laboratorios de la Escuela que habían colaborado activamente en esta manifestación de cultura internacional. Con motivo de esta brillante cooperación al Congreso, recibió la Dirección de la Escuela, felicitaciones muy expresivas de

S. M. el Rey, Presidente del Consejo de Ministros, Ministro de Fomento y Presidente del Congreso Geológico.

La especialidad de Ingeniería sanitaria adquiere importancia en los países más adelantados, se acuerda sea profesada esta enseñanza en la Escuela Nacional de Sanidad (R. O. 1926-agosto-6) abriéndose un concurso para la primera promoción de doce alumnos (1926-septiembre-6), pudiéndose presentar todos los Ingenieros procedentes de Escuelas, en cuyos programas figurasen enseñanzas de carácter sanitario. Se fueron desarrollando normalmente estos cursos, cada vez con más alumnos, en el que participamos nosotros era de treinta. Los alumnos solían acoplarse en dos grupos, uno de ingenieros militares, de Caminos y Arquitectos, y el otro de Minas e Industriales. Finalizada la Guerra Civil hubo una campaña grande por parte de los ingenieros de Caminos contra esta especialidad y no se convocaron más cursos.

Durante las vacaciones del año 1926 falleció el alumno de 5.º curso, Luis Mellado Sánchez, otro de esos alumnos extraordinario, quien siempre alcanzó las calificaciones de Muy Bueno.

Los diversos Centros de enseñanza van alcanzando la autonomía administrativa, en el Claustro de la Escuela (1926-mayo-22) se aprecian dos tendencias: los que opinan que con ella podrán salvarse muchas de las dificultades actuales y los inmovilistas, por sostener que con la situación actual han prosperado considerablemente. Nuevamente se trata el asunto (1926-julio-2), los criterios después de una detenida consideración del problema son favorables a la autonomía y Gullón, como Director, efectúa la petición oficial (1926-junio-8). Pasan los meses y la autonomía no se concede. Se celebra el banquete de Santa Bárbara (1926-diciembre-4), donde Fábrega asiste como Director en funciones, presidido por el Conde de Gualdalhorce, como Ministro de Fomento, hablan sobre el particular y le promete conceder la autonomía solicitada.

La Asociación de Ingenieros de Minas estableció el Premio Madariaga, en memoria del ilustre profesor, para premiar a un alumno destacado de Electrotecnia. Fue concedido (1917-enero-13) al alumno Juan San Pedro Querejeta.

El Instituto Geológico es reorganizado (R. D. 1927-enero-7) cambiando la denominación en Instituto Geológico y Minero de España, con un reglamento (R. O. 1927-abril-1) considerado como el mejor y más acertado. En su Patronato es vocal nato el Director de la Escuela y figuran como afectos al Instituto los Ingenieros de varias cátedras y laboratorios de la Escuela.

El Consejo de Combustibles estrecha cada vez más sus relaciones con la Escuela y se dispone (R. O. 1927-febrero-14) que los ensayos y análisis con destino al mismo se efectúen en los laboratorios de la Escuela.

El madrileño Gullón (1860-noviembre-22) al terminar su carrera trabajó en la industria en diversas provincias y pronto regresa a su Madrid, para establecer con otros

compañeros una academia preparatoria para ingreso en las escuelas de ingenieros. A los veinticinco años fue diputado a cortes por Puerto Rico, varias veces secretario del Congreso de los Diputados y vicepresidente del Senado, durante diecisiete años profesor de preparación mecánica y siderurgia en la Escuela, pasando a director (1922-febrero), puesto desempeñado con gran brillantez, falleciendo en Madrid (1927-marzo-25).

#### IX-20. ANTONIO MARRÍN LANZOS (1827-1929)

Fallecido el antiguo Director Gullón, en la primera Junta presidida por Marín, se da cuenta de haber instituido aquel un premio para el pago del título al alumno autor de la mejor memoria de fin de carrera Debido a la larga tramitación de la testamentaría, se concedió la primera vez en 1929 a Santiago García Fuente y, la segunda, en 1930 a López de Azcona. Auorizada la aceptación del legado (R. O. 1928-marzo-31) se declaró fundación "Benéfico docente particular de enseñanza minera" (R. O. 1928-octubre-11).

Sigue dominando, entre los miembros del Directorio, el criterio de que en los ascensos de los Cuerpos más destacados de la Administración, se dé entrada a una preferencia de los méritos. Así se dispone (R. D. Ley 1927-agosto-15); para los Ingenieros dependientes del Ministerio de Fomento, en los casos de ascenso de subalterno a Jefe y de Jefe a Inspector; se dieron disposiciones complementarias para su cumplimiento (R. O. 1927-septiembre-9), pero no llegó a concederse ningún ascenso por este sistema.

Consideran los alumnos (1927-noviembre) el continuo aumento de la importancia de los combustibles líquidos en la economía nacional, así como la conveniencia de impartir un curso esencialmente práctico de esta especialidad, tanto para graduados como para alumnos de los dos últimos cursos. También indican sería oportuno, estuviesen estos cursillos bajo la dirección de Hauser, como Jefe que es del Laboratorio industrial.

Fallecido el distinguido geólogo Daniel de Cortázar (1927-febrero-13) se procede al cumplimiento de su voluntad, donando sus libros, fósiles, minerales y rocas a la Escuela, así como 40 acciones del Banco de España.

Varios alumnos solicitamos de la Dirección, que al igual que a los de otras Escuelas de Ingenieros, se autorizase a los de Minas, para viajar de observadores en las locomotoras del ferrocarril con el fin de aprender su manejo, deporte en aquella época agradable para muchos jóvenes. Pocas facilidades encontraron nuestros deseos por parte de la Junta, la contestación fue: "Que las hagan durante los períodos de prácticas de residencia en las industrias" (1928-febrero-9). La decisión de los alumnos fue la gestión directa, consiguiendo particularmente aquello que oficialmente no se logró.

Reorganizada la enseñanza secundaria con el denominado Plan Callejo, el Rector del Colegio de "Maravillas" presentó un escrito (1927-enero-21) solicitando sea suficiente para presentarse a ingreso, los cuatro años del Bachillerato antiguo o los tres del mismo y el curso común universitario, con el fin de evitar para los aspirantes, la dilatación de un año en su posible comparecencia ante la Escuela. Estudiado el punto (1928-febrero-9) se resuelve la petición favorablemente (1928-mayo-2).

Nueva reorganización del Ministerio de Fomento, se agrupan en una Dirección General los asuntos de minas, metalurgia y combustibles, con la denominación de Dirección General de Minas y Combustibles (R. O. 1928-abril-14), pasando a ella el Consejo Nacional de Combustibles, encuadrado anteriormente en la Presidencia del Gobierno y, como es natural, también se incorpora la Escuela de Minas.

La intranquilidad estudiantil se preseta activa en el curso 1928-29; hay varios intentos de no entrar en clase, comienzan las inasistencias sistemáticas (1929-marzo-13) y por motivos varios ningún alumno asiste a clase (1929-marzo-15 y 16), al igual que en otros Centros de enseñanza, en continuo estado de agitación escolar; lo cual, por acuerdo de la Junta de Profesores, es comunicado a la superioridad (1929-marzo-15), que decide por R. D. anular las matrículas. Cuando llegó la correspondiente comunicación (1927-marzo-18) todos los alumnos estábamos en las aulas. Al enterarnos los alumnos de la decisión superior, solicitamos del Sr. Director es nos permitiese, con la correspondiente autorización, continuasen las clases como conferencias privadas, lo que así se hizo con plena asistencia de las diversas promociones. Convencidos los profesores de que la aparente huelga correspondió a "unos asentimientos de compañerismo a que tan propensa suele mostrarse la juventud", con los otros estudiantes de ingenieros, elevó la Dirección de la Escuela un informe (1929-marzo-26) manifestando que, dada la sumisión de los alumnos, debía anularse la sanción impuesta.

Una preocupación del Gobierno es estimular y fomentar el desarrollo de las fuentes naturales de riqueza de España, considerando entre ellas, como la de mayor interés, la minería, industria genuinamente nacional. Es necesario contribuir de una manera eficaz y positiva a su desarrollo, dando un gran impulso a la minería española, por la coordinación acertada del esfuerzo particular y de las empresas, con la tutela razonable del Estado. Son planteadas estas orientaciones sin incremento de gastos, gracias a los grandes conocimientos y deseos de trabajo de los ingenieros que constituyen el Cuerpo Nacional de Minas, encomendándoles una misión más en armonía con su cultura técnica que la preferentemente administrativa que desempeñaban. Para conseguir este fin, se crea dentro del Ministerio de Fomento (R. D. 1927-septiembre-6) el Instituto de Estructuración Minera. La finalidad del mencionado organismo es la de conocer, ordenar y estructurar la producción minera de España; vigilar y encauzar el comercio y transformación de las sustancias minerales

y de los materiales que se obtengan directamente de su tratamiento. Como anécdote y base de chistes referentes a este flamante Instituto, cuya creación influyó en un aumento de los aspirantes presentados en la Escuela de Ingenieros, nuestro idioma carecía de las voces "estructurar" y "estructuración", admitidas actualmente en el diccionario.

El número de los laboratorios de la Escuela fue aumentando por división de los antiguos, por ello es necesaria la actualización de sus reglamentos (R. O. 1929-septiembre-6). Los laboratorios en esta fecha son: metalográfico, de electrotecnia e investigaciones radioeléctricas, de investigaciones químicas, químico industrial, ensayos de máquinas, resistencia de materiales, física y mineralogía.

Natural de Madrid (1865-marzo-10) pasó de la industria a la enseñanza donde recorrió todos los escalones, hasta llegar a profesor numerario de física, asignatura profesada con un criterio demasiado clásico para una escuela de ingenieros. La dirección de la Escuela coincidente con una época de iniciación de la intranquilidad estudiantil. Le fue fácil superarla gracias a la dictadura de Primo de Rivera. Falleció en Madrid (1945) ya jubilado.

#### IX-21. FRANCISCO GÓMEZ ROJAS (1929-1931)

Designado este profesor Director de la Escuela (Real Orden 1929-noviembre-4), destaca en su toma de posesión el nuevo horizonte abierto por el Instituto de Estructuración Minera, así como la importancia de la implantación sistemática de la enseñanza de los combustibles líquidos, y la creación de una sección de laboratorio destinada a los ensayos e investigaciones sobre estos mismos combustibles.

El ingreso en el Escalafón del Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas estaba cerrado (R. O. 1909-abril-16), disposición en contraposición con otra, de rango superior (R. D. 1905-entorno-21) del Reglamento Orgánico del Cuerpo. Próximo a finalizarse el ingreso en el Cuerpo de quienes habían ingresado en la Escuela en el curso 1908-1909, promueven Juan Cortés y Pizarro y Luis Barón del Real una campaña en el Instituto de Ingenieros Civiles, más egoísta que útil a la Nación, a la que nos adherimos cuantos habíamos ingresado con posterioridad a dicha fecha, con el fin de anular la R. O. de 1909. Estas gestiones dan resultado satisfactorio (R. O. 1930-mayo-12), restableciendo el derecho a ingreso a cuantos cursaron sus estudios como alumnos oficiales, estableciendo el orden por antigüedad de promoción, y en cada una de ellas, el de calificación por la Junta de Profesores.

Era costumbre en los viajes de prácticas dar algunas bromas, pero en Puertollano una de las promociones se pasó un poco del límite prudente (1930-mayo-30). Se personaron en la estación del ferrocarril, minutos antes de la salida para Madrid, tres agentes municipales, para ma-

nifestar a los profesores Novo y Baselga que los alumnos Orueta, Heredia, Caballero de Rodas, Vendrell, Gálvez Cañero, Stirling y De Pedro, habían producido desperfectos por valor de cien pesetas y, además, habían sido sancionados con 25 pesetas de multa. Los alumnos fueron sancionados con pérdida de curso (1930-junio-4) pero, a petición de los compañeros, no se hizo efectiva por el buen comportamiento académico y benévola disposición del Claustro.

Había sido solicitada (1931-junio-12) por el Consejo de Minería la actualización del Reglamento Provisional de Policía Minera (R. D. 1910-entorno-28); para ello se constituye una comisión (O. 1931-julio-2) formada por personal a todos los niveles de titulación y actividades dando también entrada a tres miembros de la Unión General de Trabajadores y tres de la Confederación Nacional del Trabajo. Esta comisión de opiniones tan dispersas no llegó a formular la esperada propuesta.

El Gobierno de la República a propuesta del Ministro de Fomento, Alvaro de Albornoz, dio la razón a la opinión de los Facultativos de Minas y de la mayoría de los Ingenieros, de que ningún titulado superior pudiese, por esta titulación, obtener el ingreso en el Cuerpo de Ayudantes de Minas (D. 1913-agosto-27).

Algunos alumnos, en un momento revisionista, inician una campaña contra determinados profesores, visitan al Director General de Minas, Gordón Ordás, y éste pone una comunicación a la Escuela (1931-septiembre-8) pidiendo aclaraciones sobre la competencia y asiduidad de los profesores: Isidro Rodríguez y Sánchez Guerra, Juan Jesús Inciarte y Córdoba, Eustaquio Fernández Miranda y Manuel Querejeta y Goena. El informe del Claustro fue de que la actuación de los cuatro profesores era intachable (1931-septiembre-18).

Continúan las depuraciones, la FUE en su labor incansable, reúne a los alumnos de Minas (1931-octubre-16) y acuerdan elevar a la superioridad un escrito donde conste que "el Director de esta Escuela no tiene condiciones para el cargo". Informado Gómez Rojas, convoca Junta del Claustro (1931-octubre-17) y a propuesta de González Llana se eleva un escrito al Ministro comunicando que su gestión merece el más sincero aplauso y agradecimiento. Esta fue la última junta presidida por el Director denunciado, falleciendo a las pocas semanas (1936-diciembre), había nacido en Mancha Real (1866-enero-13).

Tiempos difíciles fueron los de la dirección de Gómez Rojas, frente a una tendencia de organizar una Universidad Católica para España, intento fracasado como el de decenios anteriores, en esta ocasión promovida por Pedro Poveda Castroverde (1874-1963), hubo otros de carácter totalmente opuesto, como la quema de los conventos de Madrid (1931-mayo-10 y 11), consecuencia de la proclamación de la República (1939-abril-14). Otra disposición, que en cursos sucesivos se notaría en el número de las matrículas de ingreso en las escuelas de ingenieros, lo fue el cierre de la Academia General Militar (1931-junio-29), delicado de

salud cuando llegó a la dirección de la Escuela, no tuvo fortaleza para superar los múltiples disgustos y complicaciones que se le presentaron durante los últimos meses de dirección.

#### IX-22. MANUEL ABBAD Y BONED (1921-1939)

El Patronato del Instituto Geológico y Minero desea fomentar la creación de "Ingenieros geólogos", con dicho fin creó una serie de becas (1932-enero) para ingenieros recién titulados, de las cuales nos hemos beneficiado varios de los que pertenecemos a dicho Instituto y también para alumnos de los últimos cursos.

Varios aspirantes a ingreso en las Escuelas de Ingenieros, solicitan del Ministro de Fomento exámenes extraordinarios de ingreso, siempre que les falten una o dos asignaturas, para completar las disciplinas del programa. Esta petición fue satisfecha (O. 1932-enero-21) para las Escuelas de Montes, Agrónomos, Minas y Caminos.

Solicitó la Unión Federal de Estudiantes Hispanos la incorporación a los Claustros de las Escuelas de un alumno por cada uno de los cursos, petición concedida (Orden 1921-febrero-2).

Cada vez aumentan las dificultades en cuestión de competencia entre los Cuerpos de Ingenieros de Minas y los Industriales, y se dispone (O. 1932-marzo-4) la inmediata constitución de la Comisión prevista para este fin (O. 1932-octubre-9) formada por tres ingenieros de cada especialidad. Los tres miembros de Minas, formaban parte del Claustro de la Escuela: José Casaus, José Cabrera y Manuel Querejeta y en la resolución definitiva (D. 1934-marzo-10), poco acertada, intervino otro ingeniero de la Escuela, Miguel Moya, a la sazón Director General de Minas y Combustibles.

Los cursos sobre combustibles líquidos adquieren cada vez mayor amplitud tanto de participantes como de materias explicadas y prácticas realizadas. Puesta esta actividad en conocimiento del Ministerio por conducto de la Dirección General de Enseñanza Profesional y Técnica se dispuso (O. 1932-julio-20), extendiesen a los cursillistas certificados de aptitud con el V.º B.º del Director General.

En los medios universitarios domina la idea de que las Escuelas de Ingenieros deben integrarse en el Ministerio de Instrucción Pública, logrando sea una realidad. Como consecuencia de esta incorporación, los profesores causaron baja en la situación de actividad en sus Cuerpos (D. 1932-diciembre-16), pasando a la de supernumerario.

En estos momentos se presentó otra oportunidad para lograr el régimen de autonomía de la Escuela; así lo manifiesta el Director a los profesores, algunos de los cuales, como Rodrigo y Casaus, eran de las mismas ideas autónomas, tratado en Junta (1933-enero-10) se acuerda redactar el oportuno escrito y elevarlo a la superioridad.

En momentos de apertura a las libertades y de falta de autoridad por parte del Gobierno, se facilitan las alteraciones estudiantiles; los alumnos en general y especialmente los de 5.º curso, cometieron considerable número de faltas, pasándose de las toleradas por el Reglamento. Están seguros que la FUE saldrá en su defensa, los profesores tratan este tema (1933-marzo-22), como siempre benévolo hacia los alumnos; éstos han planteado que algunas faltas de asistencia lo son de puntualidad a las clases o entradas de "combina", acuerdan dejar a cada profesor la libertad de solucionar cada caso particular como mejor le parezca, dando cuenta a la Dirección.

El Instituto de Ingenieros Civiles se había ocupado de las muchas formas de intrusismo en la Ingeniería, presentando una petición al Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes, para que dictase una disposición (D. 1933-marzo-14) cortando dichas intromisiones. Todas las Escuelas de Ingeniería oficiaron al Ministro en señal de agradecimiento.

Las disposiciones sobre participación de los alumnos en el Claustro no se cumplían a satisfacción de todos, son dos las asociaciones y ambas desean estar presentes. Proponen como solución la elección libre del representante, y que como mínimo exista uno por curso, así lo solicitan (1933-junio-22) del Ministro, quien manda la petición a informe de la Escuela y la Junta acuerda (1933-octubre-14), sean dos los delegados, uno por cada uno de los cursos 4.º y 5.º, pero sin intervención de éstos en los actos en que puedan afectarles personalmente.

Nuevamente prepondera la tendencia de reincorporación de las Escuelas de Ingenieros a los Ministerios donde están afectos los Cuerpos respectivos, reunidos en Junta los profesores (1933-octubre-14), se acuerda encomendar al Director realice las gestiones oportunas para el pase de la Escuela de Minas al Ministerio de Industria y Comercio. El reintegro de los profesores a la situación de activo en el Cuerpo de Ingenieros de Minas, se logró fácilmente (D. 1934-febrero-16).

Formando parte del plan de estudios de la Escuela, los motores de explosión, su manejo, conducción, ensayos de potencia y consumo, los alumnos y profesores tenían conocimientos sobrados para obtener la correspondiente licencia de conducción; solicitó el Director de la superioridad se la pudiesen expedir, con la presentación del certificado de suficiencia extendido por la Escuela de Ingenieros de Minas, petición solucionada favorablemente (O. 1934-marzo-1).

La costumbre de la Escuela desde su creación de dar carácter de públicas a las calificaciones y clasificaciones de los alumnos de cada uno de los cursos, no la consideran éstos como democrática, debiéndose limitarse la publicidad, según su criterio, a la calificación de fin de carrera. En este sentido lo solicitan de la Dirección General de Enseñanza Profesional y Técnica, organismo que la pasa a informe de la Escuela. Esta nombra un ponente

cia (1934-marzo-13) siendo el informe definitivo contrario a la pretensión del alumnado (1934-mayo-12).

Dejó Madariaga, el antiguo Director de la Escuela, un legado de 2.000 pesetas, como premio al alumno que más se distinguiese por su aprovechamiento y buena conducta (1934-mayo-2); designada una ponencia para su adjudicación, se acuerda (1935-febrero-14) condesárselo a Francisco Pintado y Fe.

Creado el Consejo Nacional de Sanidad y Asistencia Pública (D. 1934-abril-19), entre sus vocales figura un profesor de la Escuela como correspondencia por la buena actuación de los Ingenieros de Minas, en los cursillos de Ingeniería Sanitaria profesados en la Escuela Nacional de Sanidad. El acuerdo de la Junta (1934-junio-6) fue asignar esta vocalía al Director de la Escuela.

El tan manoseado Reglamento de Policía Minera y Metalúrgica, es presentado por el Ministro de Industria y Comercio, Vicente Irazo Enguita, a Consejo de Ministros, después del informe favorable del Consejo de Estado, siendo sancionado por el Presidente de la República (1934-agosto-23), Niceto Alcalá Zamora y Torres.

Tristes fueron los sucesos revolucionarios de Asturias (octubre 1934) para los ingenieros de minas. Fueron asesinados Miguel Durán y Walkinskaw (Madrid), Miguel Durán y Terry (Oviedo), Rafael Rodríguez Arango (Sama de Langreo) y Rafael del Riego y de Ramón (Santullano de Mieres), prestigiosos ingenieros, con una actuación continua a favor de la mejora del minero y del metalúrgico. Estos sucesos merecieron la repulsa de las personas calificadas de orden y la Escuela hizo público su sentimiento (1934-octubre-16), por los hechos cometidos contra sus antiguos alumnos.

Cuando se logra una prerrogativa, fácil es su repetición alegando el antecedente, como ocurrió con la concesión (O. 1934-noviembre-14) de exámenes extraordinarios en enero (1935) a los alumnos oficiales y libres que les faltasen dos asignaturas para terminar el grado o para completar el ingreso.

El Gobierno modifica las vacaciones escolares y establece su calendario (1934-diciembre-7) formado por los domingos, las fiestas nacionales de la República, el lunes y martes de carnaval, las de fin de año, de 21 de diciembre a 6 de enero y la semana comprendida entre los domingos de Ramos y Resurrección. Quedaron eliminadas todas las fiestas religiosas y las de los patronos de los estudiantes y los específicos de cada centro de enseñanza, como lo era Santa Bárbara (diciembre-4).

En el programa de ayuda a los estudiantes sin medios para sus estudios, concede el Ministerio de Instrucción cinco ayudas con la espléndida dotación de 100 pesetas, por una vez, a los alumnos de la Escuela de Minas.

El problema de las aguas subterráneas así como la hidrología, siempre interesó a la Escuela de Ingenieros de Minas y al Cuerpo, como se vio a lo largo de su historia,

aunque algunos técnicos sostengan la permanencia sin cultivar esta técnica en España hasta el paso de la década de los 60 a las de los 70 del siglo actual. Era un hecho el aumento continuo de autorizaciones de obras con el fin de alumbrar aguas así como la necesidad del fomento de estudios y cateaduras que conduzcan al alumbramiento de aguas enterradas en el subsuelo y la realización de sus correspondientes planes de conjunto. Con el fin de promover esa riqueza se crean (D. 1934-agosto-2) las Divisiones Geológicas e Hidrogeológicas, agregadas a los Distritos Mineros. Se declara de la exclusiva jurisdicción y competencia del Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas todo cuanto se refiere a catalogación, protección, aprovechamiento de los manantiales naturales y alumbramiento de aguas de cualquier clase y procedencia que sean, así como sus instalaciones y servicios correspondientes, salvo en los casos de uso público para abastecimiento de poblaciones, donde queda reducida a las instalaciones y servicios de alumbrado y captación (D. 1934-agosto-23). La última disposición sobre el particular es la de aprobación (O. 1934-agosto-31), del reglamento de las Divisiones. La Presidencia del Gobierno dio una disposición complementaria de las atribuciones de Industria y Obras Públicas en materia de aguas subterráneas (D. 1941-octubre-23).

Conseguida la dotación de la cátedra de Higiene Minera e Industrial, se anuncia su provisión (O. 1934-diciembre-16) entre médicos que previamente hubiesen servido en empresas mineras, presentados diez aspirantes, proponen para la plaza (1935-enero-29) a Guillermo Sánchez Martín, a cuyo favor había hecho una activa propaganda uno de los profesores de la Escuela de destacada filiación republicana.

Algunos ingenieros de minas que habían cursado la carrera como alumnos libres, mueven a sus amistades y logran (O. 1935-julio-1) su inclusión en el Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas, medida injusta por lesionar derechos adquiridos. La disposición tuvo carácter general, es decir, se daba para lo sucesivo excediéndose el Ministro en sus atribuciones, como lo reconoció el propio Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, quedando anulada "en lo que afecta al carácter de generalidad otorgado a sus preceptos" (1938-julio-20).

Establecidas unas negociaciones para un Tratado Comercial y Convenio de Trabajo entre España y Francia, se acuerda pactar la autorización para que los ingenieros franceses, procedentes de dos Escuelas determinadas, puedan ejercer en España su profesión con igualdad de derechos que los titulados en nuestra Nación. Este acuerdo está en oposición con la Ley Moyano, la Ley de Protección a la Industria Nacional y el Reglamento de Policía Minera y Metalúrgica. Los alumnos inician gestiones en algunos Ministerios, las impresiones son pesimistas, no les hacen caso, deciden formular su protesta con huelgas escolares y plantas, colocaron banderas y carteles en la fachada del edificio, hubo incautación de llaves del mismo,

permanencia no autorizada en la Escuela impidiendo la entrada a las autoridades, petición de determinadas dimisiones. Puestos los hechos en conocimiento de las autoridades de la República, dispusieron la entrada de la fuerza pública con violencia en los locales escolares y la detención gubernativa de setenta y siete alumnos que en los mismos se encontraban encerrados, después de comprobar que ninguno de ellos era portador de armas.

Oficia el Subsecretario de Instrucción Pública (1935-abril-21) al Director de la Escuela en el sentido siguiente: Clausura de la Escuela. Dar por finalizado el curso. Aplazar los exámenes hasta el mes de septiembre. Reunión del Consejo Disciplinario. Esta huelga cuenta con la simpatía general de los ingenieros, pero hay que cumplir las órdenes de la superioridad y queda constituido el Consejo (1936-abril-23) con algún destello a favor del momento republicano de izquierdas, como fue el de César de Madariaga, que para evitar las abstenciones del profesorado, propone y lo logra "que los señores profesores que no hayan asistido a la Junta, manifiesten por escrito su conformidad o disconformidad con los acuerdos que tome la Junta". El informe del Consejo Disciplinario (1936-abril-30) es totalmente favorable a los alumnos, "puede afirmarse que el único deterioro ocasionado hubo de realizarlo inevitablemente la fuerza pública" ... "en ninguno de los incidentes ocurridos ha asomado ni el más ínfimo matiz político ni de rebeldía" ... "El conflicto ha sido puro y netamente escolar". La sanción propuesta es la prórroga del curso durante dos semanas y la redacción de un trabajo individual extraordinario durante el verano.

Los sucesos políticos se precipitan, los conflictos se incrementan, Calvo Sotelo es asesinado (1936-julio-12), el levantamiento militar es inminente (1936-julio-18), en la Escuela son días de confusión, de pretensión de incautaciones, destroz de algunos de los pocos vestigios de la Monarquía que todavía aparecían en tallas, dibujos, grabados, etc. Pronto surgen las incautaciones, las militarizaciones y la agrupación en dos bandos, los partidarios del denominado régimen legal y los adictos a los denominados facciosos. Todos amigos, procuran cada uno arreglar sus asuntos y defenderse del modo mejor posible, emboscándose de la manera más fácil y en muchos casos con ayudas meritorias.

Vistos los antecedentes de algunos ingenieros es decretada su cesantía (D. 1936-diciembre-12): Langreo, Montenegro, Aldecoa, Oriol, Marín Hervás, Heredia; de otros no fue necesaria por haber sido asesinados, entre éstos figura José Alfaro, hombre de destacada integridad, como lo prueba el hecho siguiente: Pertenece al Cuerpo de Ingenieros Geógrafos y al pedir su excedencia para incorporarse a la Escuela de Minas como profesor, se comentó que en su papelera del Instituto Geográfico habían encontrado varios pliegos de papel de multas rotos, sin haberse utilizado. Hubo una persona interesada en aclarar esta curiosidad y resultó que el trabajo de campo realizado por Alfaro en menor número de días de los progra-

mados los justificaba de acuerdo con el presupuesto, pero las dietas de los días no permanecidos en el campo las invertía en papel de multas. En dicho mes de diciembre tuvo lugar el alojamiento, en el edificio de los laboratorios, de una comandancia de las fuerzas de asalto y la incautación del material para los Talleres Ericson en plena actividad con destino al denominado Ejército del Frente Popular.

Son movilizadas las diversas quintas, unos se presentan, otros adoptan actitudes pasivas y la función docente de la Escuela queda en suspenso hasta la entrada victoriosa en Madrid de las Fuerzas Nacionales.

En la denominada zona nacional se presentaron a las autoridades varios profesores, los cuales fueron utilizados en fines técnicos, ocupaciones docentes en la formación del Ejército y participación en los frentes, principalmente como oficiales y jefes en artillería e ingenieros militares. La vida industrial imprescindible para el funcionamiento de la Nación, inicia su marcha normal; al terminar la guerra civil nuevamente son creadas las Delegaciones del Instituto Geológico (O. 1939-mayo-3) y establecidas en las Jefaturas de Minas correspondientes (O. 1939-diciembre-7).

En el medio cultural destaca la creación del Instituto de España (D. 1938-enero-1) donde se reúnen en Corporación Nacional, las Reales Academias Nacionales a título de Senado de la Cultura española, integrado por: la Española, Historia, Bellas Artes, Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Morales y Políticas, Medicina, Jurisprudencia y Legislación, Farmacia. Hasta la fecha se han incorporado los siguientes miembros, antiguos alumnos de la Escuela de Madrid. Novo (1938), Marín y Bertrán de Lis (1938), Hernández Sampelayo (1938), García Siñeriz (1938), Torroja (1947), Gavala Laborde (1960), López de Azcona (1962), Ríos García (1966), Almela (1967).

También fue un período pleno de dificultades, el correspondiente a la dirección de Abbad, tanto para la Escuela como para España en general. Se inicia el período de indisciplina de los alumnos, y una de las más graves huelgas generales de España (1934-octubre-5) fracasaba en todo el país, excepto en Asturias y parcialmente en Cataluña. La situación de intranquilidad conduce al alzamiento Nacional (1936-julio-18) quedando totalmente paralizadas las actividades de la Escuela como centro docente y los profesores situados geográficamente en zona Nacional, desempeñaron funciones docentes en centros de enseñanza militar. En el punto VIII del Pacto del Frente Popular (1936-enero-1) y en su apartado 4.º, refiriéndose a la República dice "Pondrá en ejecución los métodos necesarios para asegurar el acceso en la enseñanza media y superior a la juventud obrera...", métodos ya implantados por la Dirección General de Minas (R. O. 1841-febrero-23) con la creación de la Escuela Práctica de Almadén, la cual fue siempre modelo de centros de enseñanza para que los obreros de minas y fábricas adquiriesen el mayor grado de conocimiento, aunque en fecha reciente (1973) escribía Ramón

Tamames y Gómez en la Historia de "La República" que en 1931, la enseñanza pública profesional era "hasta entonces virtualmente inexistente".

Las fuerzas Nacionales se acercan a Madrid, se rompe el cerco al Alcázar de Toledo (1936-septiembre-27), parece que la guerra civil toca a su fin, pero esta se prolonga.

Las fuerzas nacionales entraron en Madrid (1939-marzo-28). Se cumplió el objetivo que tuvieron desde el principio *ganar la guerra*. Fatales fueron las consecuencias: Disminución de la población activa en medio millón de hombres, pérdida de 510 toneladas del oro del Banco de España. Gasto entre ambos bandos de 300.000 millones de pesetas de 1936. Destrucción del 8 por 100 de los edificios. Destrucciones graves en las industrias y sistema de transportes. Como consecuencia un hundimiento del nivel de la renta española en 28,3 por 100. Se comprende que a partir de 1939 la economía española entraba en una regresión y estacionamiento en todos sus órdenes.

Frente a la paralización y pobreza en el campo científico, crea el Jefe del Estado (Ley 1939-noviembre-24) el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, con el objetivo de instaurar con toda urgencia una etapa de floreciente investigación científica, en la que ésta cumpla de manera inexorable sus funciones esenciales. Enlazar la acción investigadora con los centros de ciencia aplicada. Quedan encuadrados en el mismo órgano rector, la tarea de la investigación y creación de la ciencia y la de su expansión e intercambio a través de los distintos países, incorporando inicialmente los centros de la desaparecida Junta de Ampliación de Estudios y de la Fundación de Investigaciones Científicas, donde habían figurado con actividades destacadas Alberto Jiménez, Santiago Ramón y Cajal, José Castillejo. La guerra civil había destruido en poco tiempo una buena parte del fruto de varios años de esfuerzo y privó a este campo del material e instalaciones que por su coste y calidad fueron de difícil reposición inmediata.

Nació Abbad en Barbastro (1868-diciembre-24), pronto se orientó hacia la química, principalmente como analista, estuvo destinado en los laboratorios Gómez Pardo y después en el Químico Industrial, de donde pasó a ocupar la cátedra. Su dirección tuvo el período difícil de la república y el cómodo de la guerra civil, época esta última en que profesó la química en las academias de las fuerzas armadas. Murió en Madrid (1941).

#### IX-23. MIGUEL LANGREO CONTRERAS (1939-1949)

Los exámenes de 1939 fueron denominados "patrióticos", la casi totalidad de los alumnos, situados geográficamente en un bando u otro de la contienda, fueron llamados a filas, algunos estuvieron en cárceles o refugiados, costaba reemprender los estudios después de tres años de inactividad, la preparación con que se llegó a los ejer-

cicios fue baja y el aprobado en todos los centros de enseñanza fue casi genreal. Los estudios en serio no se reanudan hasta el curso 1939-1940.

Con motivo de la Guerra Civil, España tuvo que superar una de las crisis de mayor gravedad de su historia, en ella se puso de relieve la capital importancia que para la vida de la nación tiene el poder contar en el territorio patrio con las industrias necesarias a la guerra y las primeras materias indispensables a la vida. La necesidad de conceder ciertas garantías y beneficios que las aseguren un normal desenvolvimiento, fue el objeto de la (Ley 1939-octubre 24), ley de protección a las industrias nuevas de interés nacional. Para su más correcta aplicación a la disponibilidad de minerales, fue necesario dictar otra ley complementaria (1940-marzo-15). Un antiguo profesor de la Escuela de Bélmez, Antonio Carbonell, con el que trabajamos de asesor físico en temas geonucleares, había descubierto una interesante formación de radio y berilio en la Sierra de Albarrana. Estos yacimientos interesan en el Ministerio de Industria y Comercio y son a los primeros (D. 1940-mayo-3) que se les aplican las mencionadas leyes, declarando de interés nacional su investigación, explotación y beneficio. Publicado el Decreto en el "Boletín Oficial del Estado" (1940-mayo-9), llega el descubrimiento a conocimiento de los alemanes, por medio de su servicio de espionaje, quienes ofrecen adquirir en firme todo el mineral producido y devolver el radio a España. Enterados por "El Calpense", en uno de sus números de primeros de septiembre "En Norteamérica se ha producido una explosión a base de uranio, que tiene una fuerza cien veces superior a la trilita", rompe las negociaciones con los alemanes e inmediatamente intensifica nuestras actividades investigadoras de minerales de uranio y de berilio.

Fueron motivo de impulso de la industria nacional, las severas restricciones cuantitativas a la concesión de licencias de importación, protección considerable frente a la producción exterior. El mercado interior quedó cerrado prácticamente para todos los productos foráneos. El objetivo perseguido era una autarquía económica y una mejora de las industrias bélicas y de materias primas, consecuencia de las disposiciones oficiales antes mencionadas y de la ley de "Ordenación y defensa de la industria nacional" (1939-noviembre-24).

El 1.º de septiembre de 1939, el ejército alemán atraviesa la frontera de Alemania, comienzo de la II Guerra Mundial, lo que unido a la decisión de las Naciones Unidas, fueron la causa de una etapa histórica de España calificada como única y excepcional. Las dificultades fueron motivo de las memorables cartillas de racionamiento de alimentos (1940), incluso la tarjeta de fumador. El regreso de varios alumnos de la Escuela de Minas tuvo lugar a primeros de este año, con el licenciamiento de dos quintas, algunos de ellos con cuatro años de permanencia en filas, aunque tuvieron oportunidad de participar en los exámenes. Los ánimos están intranquilos por la ocupación de

Tánger (1940-junio-14), con objeto de garantizar según la versión oficial, la neutralidad de la zona y ciudad, considerada por algunos como reclamación española de los derechos históricos en las zonas del Mediterráneo y Norte de África, así como de la imposibilidad de desentenderse de África.

La Europa Occidental llegó pronto a estar bajo el dominio alemán, lo que complica la situación de España. base de la astuta fórmula del Generalísimo de "no beligerancia".

En la guerra de minas por ambos bandos, participaron activamente los Ingenieros y los Capataces de minas. En los primeros días de la iniciación de la Guerra Civil, producía pánico en la población madrileña, la noticia del avance de los mineros asturianos hacia Madrid, con el fin de dinamitarlo y entrar en la capital de España venciendo a las fuerzas de Castilla. El primer teatro de la acción de las minas tuvo lugar en el Alcázar de Toledo, donde causaron importantes daños, por la colaboración destacada de un Ingeniero de Minas, del frente popular cuyo nombre omitimos, por habernos manifestado varias veces su arrepentimiento en esta participación. En diversos frentes de la zona roja colaboraron en la guerra de minas activos capataces, facultativos de minas, desde las trincheras de Oviedo a las del frente de Madrid. El subsuelo de Madrid es ideal para la guerra de minas, la iniciación de la guerra subterránea corresponde al ejército de la República (1936-diciembre-1), que tiene la iniciativa en los dos sectores de la Ciudad Universitaria y Carabanchel. El ejército nacional comienza su actividad minera (1937-agosto-25) y organiza (1938) su agrupación de minadores, a ella acudimos facultativos e ingenieros de minas. Puede decirse que salvo la jefatura suprema, todos los puestos de mando en sus diferentes escalones están en manos de quienes fuimos alumnos de las Escuelas de Minas, principalmente Madrid y Mieres. Pasa la iniciativa a nuestro bando y al fin de la guerra se oía por todas partes: ¡Nuestros minadores han vencido! Como premio a esta actividad, se concedieron, entre otras valiosas recompensas, la Cruz Leurtada de San Fernando al Teniente Serafín de la Concha y al Sargento, fallecido en acto de guerra, Zamorano, y la Medalla Militar Colectiva a nuestra agrupación. Ordenada la disolución de la Agrupación de Minadores del Ejército Nacional (1940), su Jefe, General Petrirena, comunica (mayo 1940) a la Escuela de Minas su satisfacción por el comportamiento de los oficiales antiguos alumnos de dicha Escuela que estuvieron a sus órdenes: Federico Mayo Gayarre, Juan Manuel López de Azcona, Serafín de la Concha Ballesteros, Angel Plantalamor Rovira y Gustavo Fernández Balbuena, así como a cerca de una docena de valientes Capataces de Minas, quienes "se cubrieron de gloria en la dura lucha de minas en el Frente de Madrid".

El edificio de la Escuela quedó francamente destruido, por la ocupación militar de que fue objeto durante la guerra, puede que la circunstancia de ser guardias de asalto las tropas que la ocuparon, bastante correctas, evi-

tara un saqueo mayor de la biblioteca, laboratorios y archivo. El arquitecto Sánchez Lozano, preparó dos presupuestos complementarios de las obras de reconstrucción por valor de 1.998.994 pesetas y 49.951 (1940-mayo-8), las cuales importaron bastante más de lo previsto, siendo necesario otro crédito supletorio de 1.485.838 pesetas para su finalización (O. 1945-octubre-3).

En el Programa Nacional de Investigaciones Mineras, se da una importancia creciente a los estudios de rocas, menas y combustibles sólidos, unido a su influencia como base de progreso de la industria. Considera el Ministerio de Educación Nacional la conveniencia del desarrollo eficaz de estos estudios y crea con carácter oficial en la Escuela un laboratorio micrográfico (O. M. 1940-julio-17).

El Servicio de Recuperación del Patrimonio Nacional Artístico, entrega a los centros oficiales, los objetos no reclamados por sus propietarios, a la Escuela de Minas (1940-noviembre-30) le correspondieron once valiosos objetos.

Los planes de ingreso en la Escuela de Minas y cuestionarios de sus materias, de 1918-1931-1935, no son del agrado del Claustro. En toda actualización minuciosa con varias Juntas dedicadas a su estudio, siempre queda pendiente alguna posible mejora, como ocurrió con el plan de ingreso en vigor (1935-julio-26). El Claustro propone un plan con un ejercicio de cultura general, donde se considera como fundamentales la composición y redacción castellana, al agrupación de las matemáticas en dos secciones, y los dibujos e idiomas, aprobado por el Ministerio (O. M. 1941-marzo-5).

La neumoconiosis producida por el polvo silíceo o silicosis, afecta con preferencia a mineros, trabajadores de canteras, labra de rocas e industrias en general donde la materia prima son las rocas o minerales. Considerada como enfermedad profesional (O. M. 1941-marzo-7), se dan normas para su prevención e indemnización de los incapacitados. Esta disposición abre un posible campo a los laboratorios del Instituto Geológico y Minero y de la Escuela de Minas, la determinación del contenido en cuarzo, de dimensiones lesivas, en el ambiente de los centros de trabajo.

En el Claustro de la Escuela se recuerdan por todos sus componentes los cursillos de combustibles, organizados por el Profesor Hauser, consideran la necesidad de su reanudación y acuerda el claustro (1941-abril-2) sea preparado el cuestionario del que se debe profesar en este año académico (1940-41) por los titulares de Geofísica, Química analítica e industrial, Geología y Laboreo de Minas.

Una de las salidas oficiales en la esfera de los Ingenieros de Minas, es el Cuerpo de los mismos al servicio de la Hacienda Pública; sus reglamentaciones son antiguas y, por ello, logra Guezala un Reglamento (D. 1941-mayo-5), pero este Cuerpo tiene vida poco floreciente,

por la falta de interés en ampliar su campo y en convocar la provisión de sus vacantes.

La provisión de las plazas de profesores de las Escuelas de Ingenieros Civiles, se reguló simultáneamente para todas (D. 17 octubre 1940). Surgen algunas dudas en su aplicación práctica, resueltas con una orden aclaratoria (1941-junio-10).

Finalizada la guerra era necesario vigorizar la economía nacional, muchas industrias indispensables y necesarias para la defensa nacional e incluso la vida habitual, rebasan económicamente el marco en que las iniciativas privadas se desenvuelven. Es necesaria la promoción de industrias y multiplicación de las existentes, y surge la necesidad de crear un Organismo que, dotado de capacidad económica y personalidad jurídica, pueda dar forma y realidad a los grandes problemas de resurgimiento industrial de nuestra Nación, al cual se denomina Instituto Nacional de Industria (Ley 1941-septiembre-25), donde se crearon considerable número de puestos de trabajo para ingenieros y ayudantes de todas las especialidades.

Entre los acontecimientos más destacados de 1941, figuran la Ley de Ordenación Ferroviaria con la formación de la empresa pública RENFE (enero-24) y el fallecimiento, en Roma (febrero-28), de don Alfonso XIII.

Se racionan los combustibles, los cupones de gasolina no llegan para las misiones que se tienen que cumplir, los ingenieros salimos a los trabajos de campo en autos con gesógeno, basado en la combustión de leña o carbón, con dificultades imponentes para recorridos largos o dificultades orográficas, como la que se presentaban en los trabajos geológicos. Se inician una serie de disposiciones sociales, fundamentales para los productores como: descanso dominical retribuido, seguro de enfermedad, universidades laborales que eran una actualización de nuestras escuelas prácticas de minería de la primera mitad del siglo XVIII, Milicia universitaria, considerada como una actualización de los cordones de Nueva España, concedidos en 1778 a los alumnos de Almadén.

Declarada la guerra por Alemania a Rusia (1941-junio-24), la noticia fue recibida con apasionamiento por parte de los alumnos, pronto se desplazaron los más entusiastas hacia la Secretaría General del Movimiento, punto de partida de la empresa romántica y entusiasta conocida como División Azul.

Algunas veces se plantean problemas, por ciudadanos no especializados en la materia donde actúan, con merma de funciones propias de otras profesiones y del provecho del País. Tal ocurrió con el Consejo Ordenador de Minerales Especiales de Interés Militar (Ley 1941-julio-11), con reducción de las atribuciones de la Dirección General de Minas y Combustibles. La misión de este Consejo fue de ocuparse de todo lo relacionado con la clasificación, reconocimiento de los yacimientos minerales, explotación de las minas declaradas de interés para la defensa nacional y de la distribución de los productos y subpro-

ductos que de tales minas se obtuviesen, siendo aprobado su Reglamento por la Presidencia del Gobierno (D. 1941-octubre-16). Sus actividades fueron transferidas al INI (D. 1945-noviembre-13).

Los nombramientos con carácter vitalicio vinculados a la duración de la vida administrativa, en los casos de pérdida, por quien los desempeñe, de la aptitud física indispensable, tienen el inconveniente de una desatención de la función, perjudicial para la economía, en los casos de cargos de responsabilidad manifiesta, como es del Presidente del Consejo de Minería. Por ello, se dispone que los nombramientos, tengan una validez de dos años (D. 1941-octubre-25). Un cambio de criterio da lugar a una nueva rectificación sobre esta duración de dos años, quedando limitado el tiempo hasta la jubilación o cese (D. 1947-diciembre-5).

Los alumnos de Minas siguen manifestando, como lo hicieron muchas promociones anteriores, su desagrado por la carencia de libros de texto adecuados. Algunos profesores competentes y trabajadores se han tomado la molestia de escribir libros o efectuar traducciones de obras profesionales de suma importancia tanto para los alumnos de la Escuela de Ingenieros como para las de Capataces e incluso, de Vigilantes. La asignación de los profesores, no les permite el lujo de tirar sus obras, es necesario buscar una solución para dar publicidad a estos trabajos con unas condiciones honrosas y remuneradoras y contribuir así a la desaparición de las obras extranjeras como de texto. Como solución a esta necesidad de difusión cultural, fue propuesta (1942-mayo-8) y se dispuso (O. 1942-abril 20) la creación en la Escuela de Ingenieros de Minas de una Sección de Publicidad.

Nuevo reajuste en el plan de estudios de la Escuela de Ingenieros de Minas, con la corrección de algunas de las omisiones en los planes anteriores de las materias indispensables al futuro ingeniero (O. M. 1942-octubre-29).

Parece iniciarse una época de menor asistencia de los alumnos a las clases orales. Algunos profesores destacan (1943-mayo-5) que los abusos de los últimos años y especialmente del curso actual (1942-1943), hacen peligrar la seriedad de los estudios, acordándose que después de deducidas las faltas de asistencia por motivos militares, se aplique con rigor el Reglamento, sobre el total de las clases del programa y no sobre las profesadas.

Este año (1942) fue malo desde el punto de vista energético, junto a la sequía, era reducido el número y potencia de las centrales térmicas disponibles, lo que obligó a un corte del suministro de energía eléctrica, de seis horas diarias de duración y al inicio de una etapa intensiva de promoción de la construcción de embalses con fines energéticos, así como la instalación de grupos electrógenos, en las industrias pequeñas e incluso en los centros de investigación y enseñanza para el mejor funcionamiento de sus laboratorios. Entre las disposiciones legales destaca la ley de creación de las Cortes Españolas (julio-17) y del Seguro Obligatorio de Enfermedad (diciembre-12).

Durante el año (1943) la iniciativa en la guerra pasó a manos de los aliados. En los análisis espectroquímicos que hacíamos de los restos de los aviones alemanes caídos en España, que sirvieron de base para nuestro descubrimiento sobre "efecto del estado físico químico sobre los aspectos ópticos de emisión", pudimos apreciar conforme transcurrieran los meses y después los días, los metales empleados en la aviación alemana eran más impuros, se incrementaba en sus aceros y en sus aluminio elementos representados de la tabla periódica, consecuencia de la falta de minerales bélicos.

Los países en guerra pretenden comprar la producción total de volframio de España. Se tienen noticias de que el mineral embarcado para alguno de los beligerantes, era vertido al mar en las inmediaciones de las costas gallegas y nuevamente entraban las embarcaciones para reanudar las faenas de carga de más mineral. Se vendía cualquier mineral negro como volframio, se hacía en pocos días fortunas sorprendentes; a la propiedad minera le trae más cuenta tolerar en su propia mina una explotación fraudulenta y comprar el mineral a quien se lo robó, pues éste no lo puede negociar ni trasladar sin tener las guías adecuadas. Con el fin de dar un paso más en la seriedad de este mercado, se establecen los laboratorios oficiales para efectuar los análisis de los minerales de volframio (O. M. 1943-septiembre-21), figurando los del Instituto Geológico y Minero, Escuela de Ingenieros de Minas y Universidad de Salamanca.

La Escuela, con un criterio transigente en materia de convalidaciones, recibe la de Angel García de Vinuesa, quien solicita la convalidación de sus títulos de Ingenieros de Minas de Lieja y de Ingeniero Electricista de Montefiore, por el Ingeniero de Minas español. Considera la petición la Junta (1944-febrero-23) y el Consejo de Educación (1944-junio-2) y con todos los pronunciamientos favorables se accede a la petición (O. M. 1944-junio-15) con la obligación de efectuar el examen de reválida establecido en la legislación vigente.

A los oficiales aspirantes a ingreso en la Escuela Politécnica del Ejército, si procedían de carreras donde no se cursaban determinadas disciplinas indispensables, se les facultaba (1942-abril-14) a seguirlos sin validez académica en las Escuelas de Ingenieros. Se presenta el primer caso en la Escuela de Minas (1944-febrero-23) con la Geometría Métrica y la Trigonometría, por parte de un licenciado en Ciencias Químicas, pretensión resuelta satisfactoriamente.

Transcurrido un cuarto de siglo, del homenaje a los Ingenieros de Minas y la ingeniería en general, presidido por el Rey, celebrado en el patio central de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, tiene lugar otro acto análogo (1944-V-9), en éste se reúne para tributárselo al caballero Serafín de la Concha Ballesteros, Teniente de Ingenieros, con motivo de haberle concedido el Generalísimo, el sumo galardón militar, el ingreso en la Real y Militar Orden de San Fernando, por los hechos heroicos que tu-

vieron lugar (5-8-de agosto de 1938) en la Ciudad Universitaria, donde actuó como Teniente Provisional de la 7.ª Compañía de Minadores, acto en el que murió por los mismos hechos el también laureado sargento Zamorano. Muchos gloriosos recuerdos existen de los minadores españoles, en las guerras de posición ya en la edad media, los nobles consideraban un honor velar las armas en los hornillos de las minas, donde pasaban las noches. El primero en utilizar con este fin la pólvora fue el insigne español Capitán Pedro Navarro (1460-1522), para las voladuras de Nápoles, culminando el arte del minador en nuestras guerras de Flandes, donde fueron frecuentes los sitios a las plazas, llegándose a designar para jefes de minadores a los principales y más destacados cabos del ejército.

No pudieron faltar en el acto los recuerdos para quienes se lo merecían por haber perdido su vida en la guerra de minas, el capataz Fueyo (1938-enero), el Ingeniero de Minas Clemente Miralles de Imperial (1938), el Capataz Miranda (1938-agosto), Zamorano (1938-agosto) y el Ingeniero de Caminos Bolívar (1938-septiembre). Merecen especial recuerdo las frases del Director General de Minas y Combustibles Agustín Marín: "Debemos en este momento evocar la conducta mil veces heroica del grupo de Ingenieros, Capataces y alumnos que al lado de la Concha supieron enaltecer y dignificar al martillo y a la punterola."

Es tradicional la incorporación continua de antiguos alumnos de las Escuelas de Almadén y de Madrid en la Orden de San Fernando. Al considerar los expedientes personales de los Ingenieros del Instituto Geológico, cuando preparemos su historia con motivo del centenario de su creación (1949) nos encontramos sorprendidos con el hecho de que su segundo Director, Francisco de Luján y Miguel Romero, y el Ingeniero José Aldama y Ugartevidea (1823-1863) tenían cada uno dos cruces de la Orden de San Fernando.

No debemos olvidar a otros héroes antiguos alumnos de nuestra Escuela. El Teniente de complemento de Caballería, Ignacio de Satrústegui y López fue Medalla Militar por su acción en Cervera y Granja de Campones (Tarragona) con ocasión de la Batalla del Ebro (1938-septiembre-18) donde recibió un balazo en la cabeza, con pérdida total de la visión, Coronel mutilado absoluto con tramitación de su expediente de ascenso a General de Brigada cuando falleció (1976-diciembre). El Ayudante de Minas procedente de la Escuela de Bilbao Modesto Vidarte Uruga (1903-1976), fue citado en las Ordenes del Ejército, más de una docena de veces como "muy Distinguido", y le concedieron la Medalla Militar individual (1939-mayo-25) por su acción en Fuente de la Parra de la Batalla del Ebro (1938-mayo-28).

La posición destacada de Ingenieros y Capataces de Minas durante la guerra civil mereció toda clase de elogios, tanto los que desempeñamos misiones en zona enemiga merecedores del calificativo de "heroico sacrificio" dado por el Generalísimo (1938-septiembre-27), como los de los

minadores debajo de las posiciones enemigas, las de los zapadores delante de las líneas de infantería, y otros muchos enrolados voluntarios para combatir y ayudar al ejército, "aunque tuvieran que sacrificar sus vidas o haciendas en holocausto de su esperanza", como dijo el Cardenal Primado Gomá.

Otra ley se pretende actualizar, ahora es la de Minas (Ley 1944-julio-19) la cual representa un substancial progreso sobre la anterior (1938-junio-7). Se aprueba el correspondiente Reglamento General para el Régimen de la Minería (D. 1946-agosto-9).

Desde el comienzo energético, destaca la constitución (1944-agosto-3), de la Unidad Eléctrica, S. A. UNESA, grupo de las 26 empresas mayores productoras de electricidad.

Consecuencia de las dificultades experimentadas durante estos años de la guerra mundial en el transporte de ferrocarriles, se programa un plan nacional de su electrificación por importe de 1.161 millones de pesetas a emplear en 25 líneas. Todos nos sorprendimos ante las "V-1" y "V-2" ideadas por Von Braun y de sus efectos en Londres y otros parajes de Inglaterra, inyección de optimismo al reducido grupo de alumnos que todavía esperaba el triunfo del ejército alemán.

La guerra mundial elevó el aprecio de los valores mineros y metalúrgicos, ambos sectores incluidos netamente en la Escuela de Minas, la juventud aprecia un largo período de su preponderancia después de finalizada la guerra y un incremento en la demanda de estos técnicos, después de restablecido el desequilibrio del período 1936-39, acuden nuevos planteles atraídos por el prestigio profesional y amplios horizontes económicos de la profesión, lo que permite sin perjuicio de la cantidad obtener una calidad mínima, cuya conservación la juzgaron los claustros indispensables, para continuar formando ese plantel de ilustres geólogos, electricistas, químicos y metalurgistas, que tanto influyeron en el desarrollo industrial de España.

Con motivo de la petición de Alfonso Ballenilla Moreno (1945-enero-15) sobre concesión de validez oficial a sus estudios, emitió el Profesor Castillo un minucioso informe (1945-febrero-6), donde se concreta la doble misión docente y las cualidades de las dos clases de alumnos, del que reproducimos algunos párrafos: "la doble finalidad de los estudios que se cursan en la Escuela de Ingenieros de Minas, a saber, la obtención de un título profesional para ejercer conforme a los reglamentos pertinentes, la mencionada profesión liberal, y la de nutrir asimismo el Escalafón del Cuerpo Nacional de dichos Ingenieros al servicio del Estado, motivó siempre una discriminación de los alumnos de la Escuela en dos categorías; la de alumnos oficiales y la de alumnos libres. La primera llevó siempre consigo una mayor dificultad y un rigor escolar, sustitutivo de las pruebas que para nutrir los escalafones del Estado exige éste en otros titulados. La enseñanza libre, al contrario, más flexible y de menor rigor, habilita con un mínimo de conocimientos y de requisitos para el

ejercicio libre de la profesión, como los títulos de Abogado, Médico, etc., expedidos igualmente por el Estado".

En Madrid se celebra (1945-octubre) la "Primera Asamblea Nacional de Enseñanza Profesional y Técnica", bajo el patrocinio de la Dirección General, Organismo que estableció las bases (1945-julio-10) y nombró los profesores encargados de redactar las ponencias. En la sesión inaugural (1945-octubre-15), se entregó a los concurrentes el folleto editado por el Ministerio de Educación Nacional donde figuraban detalladas las conclusiones provisionales. Estos documentos fueron remitidos a las Escuelas (1945-octubre-16), iniciándose los debates. Este día y el 17 se trataron temas planteados por la Ponencia de Ingenieros Industriales que afectaban más a intereses profesionales que a cuestiones docentes. Esperada la sesión del día 18 para redactar las conclusiones generales, se encontraron sorprendidos los participantes de Minas, con que se habían preparado las conclusiones generales con el carácter de definitivas. Después de esta sesión sólo tuvo lugar la de clausura donde el Ingeniero Industrial, José Antonio de Artigas y Sanz, dio lectura a la Ponencia general y a las conclusiones, las cuales fueron publicadas en la prensa (día 23) como conclusiones generales.

El contenido de las conclusiones y la manera de acordarlas disgusta a los alumnos de minas, el asunto lo plantea Aguinaga Moreno, su representante, en la Junta de Profesores (1945-octubre-26) quien manifiesta: "en contra de lo que se ha querido hacer creer, las conclusiones de la Asamblea no han sido el resultado del sentir general, sino más bien la amañada imposición de una sección determinada de la misma, sin duda, tras el logro de intereses más o menos particulares". "Pide respetuosa pero enérgicamente... haga sentir al señor Ministro su disconformidad tanto por los procedimientos seguidos como por las conclusiones a que con ellos se llegaron". Varios profesores acogen estas palabras con muestras de conformidad, pero el Director del Centro se negó a aprobar y cumplimentar un acto de esta naturaleza, por poder representar una censura para la superioridad. Esta decisión personal fue comentada desfavorablemente por los alumnos y la mayoría de los Ingenieros de Minas.

La promulgación del fuero de los españoles, como carta de principios, derechos y obligaciones (1945-julio-17) fue un acontecimiento de interés general. Dos noticias sensacionales y trágicas tienen lugar en el mismo mes (1945-abril) el brutal asesinato de Musolini y el último día el suicidio de Hitler en el bunker de la Cancillería. En la reunión de Potsdam (1945-agosto-2) los países calificados como los tres grandes condenan al régimen español, por haber sido establecido con ayuda de las potencias del Eje.

España que estuvo atenta al desarrollo de la energía nuclear, por el interés que había demostrado Alemania en adquirir los minerales de uranio y radio que BRESA explotaba en la Sierra de Córdoba, no recibió con sorpresa la explosión de las bombas nucleares ordenadas por Truman pero sus efectos fueron verdaderamente inesperados, tan-

to la de Hiroshima (1945-agosto-5), como la de Nagasaki (1945-agosto-10), asesinatos sin precedentes, causa de la rendición de Japón (1945-agosto-14) y fin de la II Guerra Mundial. Como punto final, puede considerarse la sesión constitutiva de las Naciones Unidas (1945-junio-26), pocos meses después (1946-febrero-12) declararían la no admisión de España como miembro.

La Asamblea General de la ONU acuerda también (1946) la exclusión de España de los organismos internacionales recién creados y la vecina Francia cierra sus fronteras con España (1946-marzo-1) motivo de una imponente reacción ciudadana principalmente entre el mundo estudiantil y masiva adhesión a Franco, con manifestaciones de protesta ante los consulados de Inglaterra, Francia y Estados Unidos de Norte-América, sobre todo con motivo de la declaración tripartita de estos países (1946-marzo-3) pidiendo la retirada pacífica del General Franco. Cinco naciones Hispanoamericanas, sin que prospere, proponen (1946-diciembre-10), Méjico, Venezuela, Panamá, Guatemala y Chile, a la Asamblea General de la ONU, la ruptura total de relaciones con España, y se recomienda (1946-diciembre-12) la retirada de Madrid de los embajadores y ministros plenipotenciarios acreditados. Al finalizar el año sólo quedaban el Nuncio, el embajador de Portugal y los ministros de Suiza e Irlanda, España estaba cercada.

El aumento del número de puestos de trabajo tanto de Ingenieros de Minas como Ayudantes, fue grande en los últimos años, tras cada título hay varias empresas pidiéndoles sus servicios, al no ser posible satisfacerlas, utilizan en dichas actividades a ingenieros de otras especialidades y universitarios. Este asunto es planteado por algunos profesores en Junta (1946-febrero-11), la mayoría de los profesores reconocen la necesidad, sin bajar el nivel, de formar más titulados, llegándose a la conclusión de aumentar el número de alumnos de las promociones, en la cuantía máxima posible sin baja apreciable del nivel profesional.

Proyectó Velázquez el edificio principal de la Escuela, con más carácter artístico que práctico, la planta baja resulta sumamente lóbrega, sus locales no son gratos para cátedras y laboratorios y propone Novo (1946-marzo-12), se rasguen las ventanas, con reducción del valor artístico del edificio. Las Escuelas técnicas superiores dependientes del Ministerio de Educación Nacional, carecen de relaciones definidas de cooperación y ayuda con otros organismos y entidades públicas y privadas, con justificado interés en sus actividades. Con el fin de alcanzar mayor fomento y desarrollo de los centros, se dispuso la creación (D. 1947-mayo-1) de unos organismos rectores con la denominación de Patronatos, presididos por el titular del Departamento de Educación Nacional, y dando las normas de su constitución y atribuciones. Este Patronato no fue del agrado de la Dirección de la Escuela de Minas ni del Claustro, transcurrieron bastantes meses en hacersa los nombramientos. Fuimos designado

Vocal del Patronato en representación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pasó tiempo y no nos convocaban a junta, habiendo celebrado solamente una durante todo el tiempo de vigor del Decreto de creación.

Verdaderamente fue calificada como crítica la producción de energía eléctrica en España, acentuada con la reducción de las reservas hidráulicas consecuencia de la sequía, e incluso se suspendieron las calefacciones en aquel frío invierno (1947). En este año, se convocó la primera huelga general de las postguerra, lo fue en Vizcaya (1947-mayo-1) y desde el punto de vista internacional destaca la constitución por Stalin de Kominform (1947-octubre-1).

Se reanuda la comunicación por tierra con el continente, al abrir Francia sus fronteras con España (1948-febrero-10), se suprimen en el verano los salvoconductos para circular en las zonas fronterizas con Francia, los cuales habían sido ocasión de varias escenas cómicas, e incluso detenciones de los geólogos que trabajaban por aquellas zonas, se inician las emisiones de televisión (1948-agosto-8) y ratifica por diez años (1948-septiembre) el Pacto Ibérico.

En el mensaje de fin de año (1948-diciembre-31), estima el Jefe del Estado, haberse superado los años más difíciles y aprecia la apertura de un futuro consolador.

Varios profesores consideran indispensable el reconocimiento médico de los aspirantes a ingreso en la Escuela, el Director plantea en Junta (1948-noviembre-3) la conveniencia de restablecer el antiguo reconocimiento médico y una prueba de aptitud física con carácter previo a la aprobación de los restantes ejercicios que constituyen el plan de ingreso, para evitar que aspirantes completamente inútiles para el servicio oficial del Estado pudieran cursar la carrera como alumnos oficiales, obteniendo, por tal carácter, el derecho al ingreso posterior en el Escalafón Oficial del Cuerpo, para cuyas actividades no estaban capacitados. Coinciden los profesores en que la carencia de esta norma restrictiva puede dar lugar a la entrada en el Escalafón del Cuerpo, a Ingenieros que si bien pueden estar capacitados para los servicios industriales en los que sus defectos físicos o incapacidades no constituyen obstáculo fundamental, carecen de las condiciones mínimas indispensables para realizar el servicio oficial, principalmente en las minas. Fue acordado por unanimidad solicitar el restablecimiento de la prueba de aptitud y reconocimiento médico siendo implantado por el Ministerio de Educación Nacional (1948-noviembre-30) el "Ejercicio previo" denominado "Reconocimiento facultativo y prueba de aptitud física".

Desgraciadamente fallece otro alumno por enfermedad, se trata de José María Suso y Arostegui, de cuarto curso. Como de costumbre la Junta de Profesores (1949-diciembre-16) hace constar su sentimiento unánime por el óbito.

Nace Langreo en Valencia (1876-mayo.6), terminada la carrera actúa en la industria y pasa a la Escuela en servicio oficial, donde llegó a ser profesor numerario de astronomía, geodesia y topografía. Fue uno de los primeros españoles que trabajaron en el campo de las señales horarias en radiotelegrafía, donde fue un destacado experto. Con buenos colaboradores, reorganizó con acierto la Escuela al finalizar la guerra civil, falleciendo en Madrid (1951-marzo-30).

#### IX-24. ANTONIO MARIN HERVAS (1949-1954)

Las Escuelas de Ingenieros tienden a entregar los títulos con solemnidad, al igual que, hace algunos años, se ha reanudado en la Universidad la costumbre de los solemnes actos de investiduras doctorales, con ocasión de la inauguración del curso. Plantea el Director (1950-marzo-3) la necesidad de organizar en la Escuela actos análogos, con carácter familiar dentro de la mayor solemnidad posible, con invitación a los Ministros más relacionados con la profesión de Ingeniero de Minas y a los familiares directos de los nuevos Ingenieros. Los actos tendrán lugar en el magnífico salón de actos de la Escuela. La propuesta fue acogida favorable y unánimemente por el Claustro, realización con programa perfeccionado en cursos sucesivos.

La Biblioteca de la Escuela con más de 40.000 volúmenes todos clasificados y ordenados perfectamente, lo está de acuerdo con normas actualmente fuera de uso, es necesario una atención específica por parte del Cuerpo de Archiveros Bibliotecarios y Arqueólogos, con el fin de catalogar y clasificar sus fondos de acuerdo con los métodos modernos utilizados por estos profesionales. Expuestos estos deseos ante el Ministerio de Educación, queda dispuesto (O. 1950-abril-14) sea cuidada la Biblioteca por dicho Cuerpo.

Ya se dispone de un posible anteproyecto de reorganización de las enseñanzas técnicas superiores, calificado como monstruoso por muchos ingenieros, en época de escasez grandes de titulados medios y de suficiencia de titulares superiores después de los recientes incrementos del alumnado. Las directrices ministeriales son de producir muchos ingenieros, sin importar el nivel formativo, con el absurdo punto básico, "cuantos más ingenieros formemos, más riqueza fomentamos". Consecuencia de activas gestiones, tanto con carácter personal como corporativo, principalmente por parte del Instituto de Ingenieros Civiles, se logra que dicho proyecto, muy apartado de las conclusiones a que llegó la Comisión del Instituto, sea sometido a informe de una comisión en la Dirección General de Enseñanza Profesional y Técnica, formada, entre otros, por el Director y un Profesor de cada Escuela Superior; por la de Minas fue designado (1950-octubre-10) Wenceslao Castillo y Gómez, ingeniero

destacado, con criterio recto y justo, de extraordinaria valía y, además, Licenciado en Derecho.

Estas actitudes ministeriales fueron la base de una huelga general mantenida por todos los alumnos de las diversas Escuelas de Ingeniería, "actitud desacostumbrada en esta Escuela", según manifestaciones del profesorado (1950-octubre-21) con ocasión del "cambio de impresiones acerca de la actitud que cabría adoptar para el futuro en interés de la enseñanza, como en beneficio de los intereses generales del País". La actitud del alumnado fue vista con simpatía por la mayoría de los ingenieros. La Dirección General sancionó a los alumnos con pérdida de la matrícula ordinaria, desembolso, dictatorialmente impuesto por parte del Ministerio, de unos segundos derechos, efectuados por todos los alumnos, en su interés de no perder curso.

La intranquilidad escolar persistió durante todo el año, disminuyendo conforme se acercan los exámenes de fin de curso. Durante las vacaciones de verano, se intensifican en el Ministerio las actividades reformistas, alentadas en sus intentos de ingreso en las Escuelas de Ingenieros. Las Bases de la reforma están preparadas, al iniciar el curso 1951-52 y los alumnos desean conocer esta futura disposición en fase de elaboración. La preocupación del Director de la Escuela es grande, pues al Claustro tampoco le agrada la profunda modificación que se proyecta introducir en la enseñanza. Los alumnos manifiestan su protesta, considerada en los medios ministeriales como indisciplina y éstos inician su paro (1951-noviembre-22). El profesorado reconoce la razón de los alumnos y manifiesta (1951-noviembre-23), al igual que éstos, el deseo de conocer oficialmente las Bases y que sea oída su opinión respecto a las mismas en la Sección cuarta del Ministerio (Escuelas de Ingenieros), antes de que sean aprobadas. Comunicados estos deseos al Ministerio, las clases son reanudadas con normalidad.

La Asamblea General de lo ONU (1950-noviembre-4) revoca las medidas de aislamiento contra España y aprueba la posibilidad de admisión en los organismos técnicos internacionales de ella dependientes, cubriéndose la casi totalidad de los países las misiones diplomáticas de Madrid. Sucesivamente ingresó España en la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.) (1951-febrero-27). Organización de Agricultura y Alimentación (FAO) (1951-abril-5). Unión Internacional de Telecomunicaciones (U.T.T.) (1951-mayo-2). Organización Mundial de la Salud "O.M.S." (1951-mayo-28), etc.

Las restricciones eléctricas se acentúan (1950-octubre-8) llegando en Cataluña (1950-noviembre-21) a tener cortes continuos de las dos a las dieciocho horas treinta minutos. El Ministro de Industria presenta un plan de industrialización intensa para el bienio 1951-52.

Aparecen los primeros síntomas de huelgas (1951-marzo-9) con motivo de la subida de las tarifas de los tranvías en Barcelona. Debido a la subida general del coste de

la vida, se implanta una paga extraordinaria al año. Es recibida con satisfacción, la noticia (1951-marzo-31) del cese de las restricciones eléctrica en el sector catalán.

El crecimiento durante el período 1941-1950 fue lento, debido a la escasez de energía y de materias primas básicas y ahora se inicia (1951) la salida de la situación de estancamiento de la economía española con la incidencia de la ayuda americana, entre otros fines para la adquisición de materias primas y equipo, facilidades de crédito en algunos países europeos, utilizados para la adquisición de bienes de equipo y el comienzo de la expansión del turismo. Todo dio lugar durante 1951-57 a un ritmo de crecimiento de la producción nacional bastante elevado. También se observó un consumo de la energía primaria de 1951-1970, con un fuerte declive del carbón y un predominio ya absoluto del petróleo como fuente de energía logrado en 1970 por su bajo coste.

Entre nuestras actividades profesionales, consideramos la fundación (1950-junio-15) por el INI de la Empresa Nacional Siderúrgica, para la construcción de una planta integral en Avilés, promovida por un profesor de la Escuela.

La Comisión del Uranio del Instituto Geológico y Minero trabaja activamente en la localización de minerales de uranio, en varias provincias localizó interesantes manifestaciones, reservando a favor del Estado (O. M. 1945-octubre-4 y noviembre-5) los yacimientos de uranio y otros elementos radiactivos, disposición ampliada ahora a toda España prohibiendo la exportación y declara de interés nacional su explotación (D. 1946-enero-19). Surgen científicos procedentes de campos extramineros, que inician sus actividades en este campo, al que premeditadamente dan un carácter fundamental en la defensa nacional, unido a su transcendencia en los campos políticos y económico. Personas con importancia influencia política en el momento, logran la creación de la Junta de Energía Nuclear (Decreto-Ley 1951-octubre-22) a cuya competencia y en plan centralizado dictan "disposiciones rigurosas que reservan, defienden y conservan eficazmente para la Nación los yacimientos existentes y los que puedan descubrirse".

Son diversos los criterios referentes a la designación de representantes de los alumnos en la Junta de Profesores, resuelto por el Ministerio (1952-enero-9) en el sentido de que el Delegado del Sindicato Español Universitario en la Escuela ostentará la representación de los alumnos en la misma, siéndolo en el momento el alumno de cuarto año Guillermo Moreno Castilla, quien se posesionó posteriormente de esta representación (1952-febrero 8).

En el proceso democrático seguido en el segundo decenio de la postguerra, empieza a molestar a los alumnos todo aquello que tenga carácter jerárquico, varias veces plantearon entre ellos como asunto fuera de actualidad

la clasificación dentro de los diversos años de carrera, debiendo hacerse secreta y automáticamente por el Secretario, sólo a los efectos de obtener la final de conjunto con la ordenación como aspirante a ingreso en el Cuerpo de Ingenieros de Minas. Establecido prácticamente por unanimidad este criterio, lo presento el Delegado del SEU en la Junta de Profesores (1952-junio-25). El asunto queda sobre la mesa y lo reitera después de las vacaciones de verano (1952-octubre-13) y la Junta toma los siguientes acuerdos: A) Las listas de clase y la colocación de los alumnos se realizará por orden alfabético, comenzando en cada curso por una letra distinta, pero en todas las asignaturas por la misma. B) se mantendrá en secreto el orden de los alumnos en cada promoción hasta la terminación de su carrera.

Entre otros acontecimientos acaecidos durante esta dirección, figuran la promulgación de las leyes de puesta en marcha de los planes de Badajoz (1952-abril-7) y de Jaén (1953-julio-17), donde se presentaban puestos para los ingenieros de minas en obras y en alumbramientos de aguas. La supresión (1953-marzo-6) de las cartillas de abastecimiento por haberse normalizado los aprovisionamientos, el ingreso de España (1953-enero-30) en la UNESCO, firma del concordato con la Santa Sede (1953-agosto-25). Se suscribe en Madrid (1953-septiembre-26) un pacto con los Estados Unidos de Norteamérica, tres convenios denominados de ayuda económica, asistencia a la defensa y defensivo, a cambio de la utilización conjunta de bases militares en España. Ayudaron a la salida de los Estados Unidos de los fortísimos excedentes que tenían, y fue aceptada por España, para la estabilidad de precios, y por considerarse como un pleno reconocimiento internacional del régimen y un apoyo definitivo a su permanencia. No impulsó el desarrollo industrial pero sí el abastecimiento de las materias primas en las que éramos deficitarios. Entre los centros que tuvieron ayuda material figura nuestra Escuela.

Se considera como acertado en aquel momento la publicación del Plan eléctrico nacional (1953-noviembre-3) que contribuyó a salir de las dificultades energéticas.

Resonancia mundial tuvo el fallecimiento (1953-marzo-6) de José Stalin.

De familia isleña nace Marín en Santa Clara (Cuba) (1884-agosto-2), siendo las especialidades que cultivó con brillantez la electricidad y la metalurgia, explicando en la Escuela de Minas durante veinticinco años la asignatura de metalurgia especial. Fue uno de los promotores de la "Compañía Española de Aviación" y de la primera escuela española de pilotos civiles en los Llanos (Albacete). Director general de Minas y Comercio y posteriormente Subsecretario del Ministerio de Fomento, fueron sus actuaciones más destacadas en política. Falleció en Madrid (1961-enero-26).



## IX-35. WESCESLAO CASTILLO Y GOMEZ (1954-1959)

Los títulos de Ingenieros de Minas o de Ayudantes Facultativos de Minas y Fábricas de Metalúrgicas, obtenidos en España por extranjeros, estaban sujetos como los de otras especialidades, a normas restrictivas en cuanto a su valor profesional (D. 1939-octubre-7), establecidas en la legislación general reguladora del trabajo de los extranjeros. La Obra Católica de Asistencia Universitaria, facilitó a muchos jóvenes pertenecientes a países ocupados por las fuerzas soviéticas, la oportunidad de graduarse en España y, ante la imposibilidad de retornar a sus países, se dispuso (D. 1954-octubre-6) la eventualidad de otorgar validez profesional en España de dichos títulos a quienes lo solicitasen, previo acuerdo del Consejo de Ministros, de conformidad con las normas establecidas (O. 1955-marzo-29).

Cada vez es menos frecuente encontrar subalternos, que con cariño al centro donde trabajan, lo defiendan como propio, traten al personal con la máxima afabilidad y estén dispuestos a realizar un favor siempre que fuese oportuno y posible. Muchos tuvimos la suerte de conocer una de estas personas modelo. Se trata del Portero Mayor de la Escuela, Eduardo García Villafila, ingreso a su servicio en 1920. Conoció y trató a más de cuarenta promociones, muchos desde su período de aspirantes a ingreso. ¡Cuanta información nos daba al llegar a la Escuela por su puerta principal!, como nos conocía, antes de ver la lista nos decía "está aprobado" o bien, dentro de la Escuela, al entregarnos una papeleta agradable nos felicitaba. Avisaba a los alumnos que llegaban con el tiempo justo y, refiriéndose al profesor, les decía: "corra, que todavía no entró don Fulano". Su labor durante la Guerra Civil fue extraordinaria, gracias a su celo se pudieron salvar muchos de los objetos de sus museos y laboratorios, su comportamiento fue ininterrumpidamente ejemplar, siempre en beneficio de la Escuela y de sus superiores. Estamos en marzo de 1954, se acerca la fecha de su jubilación, cambian impresiones los alumnos y empizan a llenar pliegos de firmas pidiendo su ingreso en la Orden Civil del Mérito en el Trabajo. Firmadas las listas por todos los alumnos se pasan al Claustro de Profesores (1954-marzo-17), lee el Secretario la propuesta y todos, unánimemente, se asocian con sus firmas y, además, acuerdan en conjunto elevar a la superioridad favorablemente informada, la cual fue resuelta satisfactoriamente.

Preocupa a todos los ingenieros y, principalmente, a los claustros de sus Escuelas, la orientación dada al proyecto de reforma de las Enseñanzas Técnicas. Tema de tanta importancia se estudia detenidamente y es tratado por la Junta de Profesores (1955-octubre-5), acordándose por unanimidad:

1.º Estudiar en su conjunto la reforma de las Enseñanzas Técnicas de la Minería y Metalurgia.

2.º El grado superior de la Enseñanza Técnica de la Minería y Metalurgia debe continuar siendo el de "Ingeniero".

El grado de "Facultativo de Minas" actual, ampliado y especializado en las distintas ramas de aplicación, se denominará "Técnico Especialista en (cada una de las ramas)".

Al grado de Técnico seguirá el de "Auxiliar Facultativo de Minas" y a éste el de "Vigilante Minero".

3.º Se podrá pasar del grado de Técnico al ingreso en la Escuela Superior, mediante un curso selectivo que permita elevar sus conocimientos científicos de la forma que requieran los conocimientos del grado superior. Para poder optar a este ingreso los Técnicos deberán tener una puntuación en sus estudios y unas condiciones que se reglamentarán en las Escuelas de Técnicos, supervisadas por la Escuela Superior de Ingenieros.

4.º Para el ingreso en las Escuelas de Técnicos será suficiente el Bachillerato Preuniversitario de Escuelas Especiales, o el título de Auxiliar Facultativo de Minas.

5.º Para el ingreso en la Escuela Superior de Ingenieros se podrán seguir los tres procedimientos siguientes:

- a) El anteriormente reseñado.
- b) Preparación tutelada por la Escuela Superior de Ingenieros.
- c) Ingreso por la Universidad, Facultad de Ciencias, mediante la aprobación de las materias correspondientes de dicha especialidad que se determinen y con derechos académicos, a esta aprobación seguirá un examen selectivo en la Escuela Superior de Ingenieros.

Este acuerdo refleja el criterio de la mayoría de los Ingenieros que habíamos intervenido en Ponencias de reforma de la enseñanza, tanto de Minas como de otras especialidades.

Aumenta la campaña contra las limitaciones por selección en los exámenes de ingreso, de los posibles alumnos de las Escuelas de Ingeniería. El criterio del Ministerio de Educación Nacional es el de apertura total incluso con pérdida considerable en el nivel de los futuros ingenieros, pero como esta opinión está favorecida por las disposiciones legales (D. 1952-julio-4), se establece un límite mínimo de aspirantes a ingresar en la Escuela de Minas durante el curso 1954-1955, fijándose en 65 (D. 1955-mayo-13).

Encomendada por orden conjunta de los Ministerios de Industria y Educación Nacional a la Comisión Nacional de Productividad Industrial, la creación de una Escuela de Organización Industrial para graduados (O. 1955-julio-12), se dispuso que las especialidades de "Organización de la Producción" y "Organización de la Empresa", se pudiese cursar por los Ingenieros con título superior.

El desarrollo industrial, en los campos minero, metalúrgico y mineralúrgico, experimentó un destacado progreso durante los quince últimos años, incrementándose el número de ingenieros colocados en la industria hasta alcanzar actualmente el 70 por 100 de los titulados. Con el fin de regularizar sus actividades profesionales, la Asociación de Ingenieros de Minas presentó varios proyectos de colegialización, habiendo elevado al Gobierno uno definitivo en virtud del cual quedó constituido el Colegio de Ingenieros de Minas (D. 1955-diciembre-9) y asimismo el Colegio de Facultativos de Minas y Fábricas Metalúrgicas y Mineralúrgicas (D. 1956-enero-27), aprobándose por el Ministerio de Industria los correspondientes Estatutos Generales (1957-marzo-7 y 12).

Fue considerado como un triunfo el acceso de España a las Naciones Unidas (1955-diciembre-25).

El criterio de incrementar el número de estudiantes en los Centros de Enseñanza Superior, plantea problemas difíciles de resolver como son: capacidad insuficiente de los establecimientos docentes, necesidad de una selección eficaz, incremento de profesorado y, el más importante, la posibilidad del empleo completo de los futuros graduados. Con el fin de tratar de encontrar una adecuada solución a estos temas, fue creada en la Presidencia del Gobierno la oportuna Comisión Interministerial (O. 1956-enero-17).

Como consecuencia de la Ley de Enseñanza Media (Ley 1956-Julio-17) se exime para el ingreso en las Escuelas de Ingenieros (O. 1956-julio-17) del idioma que hubiesen aprobado, bien en el Examen de Estado o bien en el de la validez del Curso Preuniversitario. También se dispuso (O. 1956-agosto-7) para la Escuela de Minas, que sólo se podrán matricular en la Escuela como alumnos de primer año, además de los ingresados, aquéllos que tengan pendiente uno solo de los ejercicios de idiomas o de dibujo.

En este año se dictaron varias disposiciones por la Presidencia del Gobierno y el Ministerio de Industria, de interés para los Ingenieros de Minas como la creación de la Comisión Nacional del Combustible (D. 1957-enero-8), la Comisión Nacional de Geología, de la que fuimos su promotor (D. 1957-julio-11) y su Reglamento (O. 1958-septiembre-8), y la ampliación de la Comisión Interministerial de Reglamentación de las actividades de los escafandristas, con un vocal del Instituto Geológico y Minero (O. 1957-septiembre-21). También se promulgó en este año la Ley de la Jefatura del Estado sobre Régimen Jurídico de la Administración del Estado (Ley 1957-julio-20).

El proceso inflacionista se dispara, las huelgas se intensifican, España reconoce la independencia plena de Marruecos (1956-abril-7) y al mes siguiente ingresa en la Organización Internacional de Trabajo OIT (1956-mayo-28). También ingresa España en la Organización Internacional de Energía Atómica OIEA (1957-marzo-5) y se firma en Roma (1957-marzo-23) el tratado que establece el

Mercado Común CEE. Destaca como noticia nacional, el crédito de 1.000 millones de pesetas (1957-diciembre-26) de la Ley de presupuestos generales del estado, para impulso de los Planes Provinciales.

La Ley de reforma de las enseñanzas está en las Cortes, las discusiones son enconadas, algunos alumnos consideran que el Presidente del Instituto de Ingenieros Civiles no tiene una actitud decidida en la defensa de la misma. Ingenieros, Procuradores en Cortes, se reúnen con frecuencia para ponerse de acuerdo en la intervención en las enmiendas. Como las impresiones sobre el desarrollo son contrarias a la actitud que, a juicio, de los alumnos se debe seguir, comienzan las ausencias a las clases, incrementándose en mayo y culminando con el encierro de los alumnos en todas las Escuelas (1957-mayo-6). El Director General de Enseñanzas Técnicas, comunica a los Directores de las diversas Escuelas, las medidas energéticas a tomar, las Juntas de Profesores se reúnen después de la cena, en sesiones permanentes. Los alumnos lograron el fin propuesto de manifestar públicamente lo absurdo del plan de enseñanza proyectado, el cual necesitaría sucesivas reformas, por su deficiente concepción. Los Claustros convencen a los alumnos de la oportunidad de cesar en su actitud y los de la Escuela de Minas la deponen a las dieciocho horas treinta minutos del día siguiente (1957-mayo-7). La tan esperada Ley es aprobada por el Pleno de las Cortes (1957-julio-20) con el voto en contra de los ingenieros. El Presidente del Instituto de Ingenieros Civiles no participó en la votación, circunstancia que sorprendió a muchos ingenieros y alumnos, tanto como el voto a favor de otro Ingeniero que desempeñaba la Dirección General de Enseñanzas Técnicas, ambos profesores de Escuelas Especiales de Ingenieros, el primero de la de Aeronáuticos y el segundo de la de Montes. Con esta Ley promovida por Joaquín Ruiz Giménez, cuando fue Ministro de Educación (51-julio-18 a 57-febrero-25) e inspirada por un equipo asesor con varios miembros fracasados en sus intentos de ingreso en la escuela de ingenieros, se pretendió rebajar el nivel cultural y social de la ingeniería.

Con esta Ley finaliza la actuación de la Escuela como de Cuerpo. Durante los ciento ochenta años de actividad, el papel de la misma en la cultura nacional fue extraordinario. Entre sus directores tuvo a Fausto Elhuyar (1826-1833) descubridor del volframio (1782) personalidad de primerísima fila entre los científicos mundiales, como también lo fue el alumno Andrés Manuel del Río y Fernández de la promoción de 1782, descubridor del vanadio o eritronio (1802). De sus antiguos alumnos de las primeras promociones destacaremos algunos de los más distinguidos: Juan Bautista de Erro (promoción 1791) Consejero de Castilla y Ministro de Hacienda, el Ministro de Marina e introductor de la Economía Política en España José Antonio Ponzoa (promoción 1828), Francisco de Luchán (promoción 1829), Mariscal de Campo y Ministro de Fomento quien actualizó la Comisión del mapa Geológico tanto durante su dirección como cuando fue Ministro.

El reglamento de esta Escuela fue preparado en la Dirección General de Minas por una Comisión formada por: Fernando Caravantes, como Presidente; Lorenzo Gómez Pardo, Joaquín Ezquerro del Bayo y Rafael Amar de la Torre, como Vocal Secretario y aprobada (1841-marzo-11). En la misma fecha de aprobación del Reglamento se nombra profesor de conocimiento de minerales, rocas y nociones generales de laboreo de minas a Cía., para el estudio práctico de las maniobras diversas de las minas a Sánchez Tirado y (1841-septiembre-4) al aspirante primero José de Monasterio (1819-1874) profesor de matemáticas y dibujo, completando así la plantilla de la Escuela, instalándose en el edificio de la antigua Academia.

Dispuesto reglamentariamente que el período lectivo sea del 1.º de octubre a 1.º de junio, se prepara la solemne sesión inaugural del nuevo centro de enseñanza, después de publicados los anuncios en la "Gaceta" y de haber hecho amplia propaganda del nuevo centro entre los inspectores de minas, distritos mineros, jefes políticos, diputados provinciales y, en general, entre todas las personas de las provincias del Mediodía a quienes les podía interesar o afectar.

El acto inaugural (1841-octubre-1) lo presidió el Director y Superintendente de las minas, el santiagués Casiano del Prado, quien pronunció una magnífica lección. Refiriéndose a la Escuela decía: "ahora a la que hace años existía en esta villa de Almadén, decaída y no bien montada, se ha dado una organización más robusta, haciéndola concurrir más estrechamente al objeto de crear maestros prácticos de las minas, a la sombra de este vasto establecimiento." ... "La falta que se siente de maestros de minas por toda la península es grande. Miles de empresas se hallan en manos de capataces que desconocen lo más esencial del arte" ... "La minería no es un arte de gabinete. Para adquirirla, es preciso frecuentar de continuo las montañas y las minas, el que cuando vaya de viaje y haya alguna mina al paso o por las cercanías no pase adelante sin visitarla, porque cada mina ofrece una lección viva".

En la primera promoción de esta Escuela finalizan 19 capataces (1843-junio); la organización se perfecciona por momentos, el entusiasmo crece entre los alumnos. El premio a las rudas fatigas de Prado fue su separación de Almadén, dictada por la junta revolucionaria de aquel establecimiento (1843-julio) y sugerida por el Director general de minas, Rafael Cabanilles, cesante en el pronunciamiento de 1840 y llamado ahora a destituir a Prado y a ocupar de nuevo su antiguo y distinguido puesto de Director general; al mismo tiempo se suprime la Superintendencia de Minas. Prado sufría estas contrariedades con resignación y delicadeza, siéndole admitida (1844-julio) su renuncia al empleo y cargos del Cuerpo de Ingenieros de Minas, presentada en momentos en que sólo existía la intriga y el engaño.

El nuevo Director General actúa enfrente de los deseos del Cuerpo, se comenta en Almadén y en la Dirección General, el restablecimiento del cargo de Superintendente

del establecimiento, independiente del de Director y con la ayuda del Ministro de Hacienda, G. Carrasco, se designa Superintendente en contra de opiniones muy razonables (R. O. 1844-enero-22) al Mariscal de Campo de los Ejércitos Nacionales, Francisco La-Valleta.

La organización de la Escuela práctica de Almadén, al igual que la más moderna de Asturias, fueron un modelo en su aspecto legal, de enseñanza laboral, adelantándose en este avance democrático a muchos países considerados como de primera fila en la ciencia y en la minería. A quienes conocemos con detalle esta magnífica labor realizada, siempre nos sorprendió que un siglo después los Ministros de Educación, por desconocer la historia de la enseñanza, creyesen haber promovido este aspecto de la formación. Sus reglamentos y estatutos, pudieron haberse considerado como punto de partida para esas universidades laborales y tenidos presentes por la Dirección General de Enseñanza laboral.

Dejamos de seguir el detalle minucioso de las Escuelas de capataces, por no ser objeto fundamental de esta publicación. En la Ley de Minería (1849-abril-11), en su artículo 39, dice: "También habrá Escuela práctica en Almadén". En el R. D. (1849-julio-31) para la ejecución de la Ley de Minería, queda prevista la actualización del reglamento de esta Escuela y, en el Reglamento del Cuerpo de Ingenieros de Minas (R. D. 1849-julio-31), se reiteran las alusiones a la Escuela práctica de Almadén.

Las convocatorias de ingreso, de acuerdo con el reglamento, son bienales; en algunas ocasiones las circunstancias políticas (1849 y 1850), obligan a suspender la enseñanza e, incluso (1853 y 1855), las convocatorias de ingreso.

Consecuencia de la promulgación de la Ley conocida por Moyano (1857-septiembre-3), pasa la Escuela a depender de Instrucción Pública (1857-septiembre-10), reintegrándose a los servicios de minas por una ley especial votada en las Cortes, para las enseñanzas de la ingeniería (1859-junio-5).

Los profesores de Almadén insisten (1872) en lo reducido de su número, y el Poder Ejecutivo de la República da una orden al Ministro de Fomento (1873-marzo-26) sobre la dotación de un profesor para "construcción y máquinas", quedando cifrada la gratificación anual en 500 pesetas a cada profesor, al conserje un sueldo de 1.000 pesetas y, para material, 2.000 pesetas.

Dispone la Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio (1896-octubre-12) la reforma del Reglamento, a base de un plan de estudios consistente en ingreso y tres años, informado por la Escuela de Madrid (1896-septiembre-20), finaliza en el Reglamento aprobado por S. M. (Real Orden 1897-abril-27), ordenando Escosura se pusiera en vigor y cumpliera lo ante posible. En este Reglamento figura como único título a conceder por la Escuela el de "Capataz de Minas". Su último reglamento fue aprobado (O. 1931-noviembre-18).

En esta Escuela de Ayudantes Facultativos se autorizó el establecimiento de una Escuela de "Maestros mineros fundidores y maquinistas", en los mismos locales y con el mismo personal, siendo aprobado oficialmente su reglamento (R. O. 1925-abril-20).

## X-2. ALMERIA

En el informe evacuado por Estanislao Peñafiel, a petición del Ministro de lo Interior, Diego Medrano (1834-noviembre-4), después de considerados los de Gómez Pardo (1834-septiembre-10) y Sáinz de Baranda (1834-septiembre-3), sobre el traslado de la Academia de Almadén a Madrid, se dice en las bases presentadas: "no se desatienda la enseñanza de la geometría subterránea práctica y del laboreo de minas en las de Almadén, donde explicándose ya matemáticas y dibujo, conviene se den también lecciones de aquellas ciencias, a fin de formar facultativos prácticos para el servicio de aquel y otros establecimientos y para los particulares, que podrán tomar entre ellos los que necesiten para sus empresas; verificándose lo mismo en Berja, a fin de que los mineros de la Sierra de Gádor puedan imponerse en los principios más indispensables del laboreo de minas, y hagan desaparecer el sistema de explotación rapiñoso y desordenado que se observa en aquella sierra".

Estos propósitos fueron una realidad legal, al decretar la Reina (R. D. 1835-abril-23): "Quedando afectas a Almadén y Berja las Escuelas de geometría subterránea y demás conocimientos prácticos de la minería, la Dirección general presentará sin demora a mi aprobación la planta de las enseñanzas que allí hubieren de establecerse, y cuanto con ellas tenga relación".

Hemos indagado pruebas documentales sobre el cumplimiento de este R. D. en lo referente a Berja, siempre con resultado negativo. Quedamos tranquilos de nuestra investigación, al leer en la obra publicada por el activo historiador Eugenio Maffei (1877-julio-1) con ocasión del centenario de la Escuela de Minas: "Almería la primera de nuestras provincias mineras, que hace más de cuarenta años debía tener una Escuela de Capataces, no disfruta aún de ese beneficio que tanto reclama la importancia grandísima de sus explotaciones; que tanto hubiera influido en un desarrollo más ordenado de sus labores y que tan difícil de explicar es su falta".

Otra localización para la enseñanza de la minería en Almería, es objeto de propuesta. Se trata de Vera, lo que con habilidad, se había logrado en la Ley de Presupuestos Generales del Estado (1873-febrero-28), donde figuraba la dotación de una Escuela de Capataces en la provincia de Almería. Con tal motivo emana una Orden del Poder Ejecutivo de la República (1873-marzo-26) al Ministro de Fomento: "El Gobierno de la República, teniendo en consideración las condiciones que reúne la población de Vera, perteneciente a la mencionada provincia, por la importancia minera que representa y ser punto donde pueden acudir

como alumnos bastantes obreros de las minas, ha tenido a bien disponer se establezca en Vera la Escuela de Capataces".

Esta resolución no es recibida con agrado por parte del Ayuntamiento de Cuevas, su concejo busca un posible local suficiente para instalación de la Escuela, por un alquiler anual de 750 pesetas y se dirige al Ministro de Fomento (1873-agosto-8) y éste resuelve (O. 1873-septiembre-24), "de establecerse la Escuela de que se trata en la referida población, que es eminentemente minera, no sólo por las muchas e importantes explotaciones que sostiene en su término, sino por el progreso industrial realizado en pocos años por sus habitantes, ha de tener la enseñanza mayores elementos y reportar más positivas e indudables ventajas que en la localidad de Vera... ha acordado acceder a la petición..."

En los presupuestos anuales del Estado, ya figuraba la consignación anual y gastos de instalación para la Escuela de Cuevas de la Vera, pero esto no se crea. Las cantidades que van quedando sin empleo son motivo de la propuesta de Maffei (1878-agosto-16) de publicar un anuario de la Escuela Especial, cuyo importe es de 5.125 pesetas, con cargo a las 40.000 pesetas incluidas en el Presupuesto del Estado (1878) para gastos de instalación de la Escuela de Vera.

Empieza a solucionarse el problema del local, decide el Ayuntamiento ceder para Escuela de Capataces el ocupado por el Colegio de 1.ª y 2.ª Enseñanza; toman el acuerdo en firme y lo comunican (1886-abril-25) al Ministro de Fomento. Pasado a informe de la Escuela Especial, acuerda (1886-julio-7), realice una visita a los locales un Ingeniero del Distrito Minero para ver si reúnen condiciones. Recibida contestación afirmativa, se acuerda ya la instalación. El Reglamento de la Escuela denominada de "capataces de Minas y Maestros de Fundición", es aprobado (1889-enero-29) por el claustro de la Escuela Especial y, posteriormente, por la superioridad (R. O. 1890-enero-1).

La Escuela es creada (R. O. 1890-enero-1) y designados (R. O. 1890-febrero-5) Director, Juan Pie, y Secretario, Francisco de Paula Sáez Martínez. La enseñanza, que duraba dos cursos, fue incrementada a tres cursos (R. O. 1896-octubre-12).

Pasó la primera Guerra Europea, la decadencia de la minería en Almería se inicia por el agotamiento de las menas ricas interesantes en aquellas épocas y por el descenso en la demanda de los minerales explotados en dicha provincia. Sigamos la conversación entre los dos únicos profesores de la Escuela, uno residente en Almería y el otro en Madrid.

"Me parece que esta Escuela toca a su fin, sólo dos alumnos matriculados en el curso tercero y uno en el primero, el segundo sin alumnos. Es una realidad la falta de interés, la semana pasada me desplazé desde Madrid para impartir mis lecciones y no estaba el alumno ni me había avisado. Como verás, un viaje perdido con lo incómodo que es, tanto por su duración como la molestia del

El primero antiguo alumno Rector Magnífico de una Universidad lo fue Antonio Casares Rodrigo (promoción 1832) quien además tuvo la titularidad de Farmacéutico, Médico y Ciencias. También hubo personas destacadas en otras especialidades como Narciso Pascual Colomer (promoción 1828) y José Jesús de la Llave (promoción 1832) directores de la Escuela de Arquitectura. Durante la primera centuria pasaron por las aulas de la Escuela según la relación de Eugenio Maffei y Ramos (finalizada 1877-julio-1) 637 alumnos, en dicha relación hemos encontrado algunas erratas y omisiones, entre éstas figura la de Francisco Antonio Palacio (promoción 1780), Manuel Correas Méndez (promoción 1791), Serapio Aravaca y Torrente y José María de Madariaga y Ugarte ambos de la misma promoción (1829), la separación de la promoción de 1830 entre los números 124 y 125, con ello el total de alumnos identificados asciende a 640, con posible aumento el día en que todos los papeles del Archivo Histórico Nacional de Almadén estén bien clasificados. Entre el año 1877 y el de la nueva ley (1957) pasaron como alumnos con derecho a ingreso, es decir, sin incluir los libres, o sea hasta los dos ingresados en 1963, 2.131 lo que hace un total 2.771 alumnos de ingeniero.

Entre estos Ingenieros de Minas, los hubo destacados en el campo de las ciencias, como los cinco fundadores de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, entre un total de 30 (R. O. 1847-febrero-25), mencionados por el orden en que dejaron vacantes sus sillones: Lorenzo Gómez Pardo, Juan Duro y Garcés, Joaquín Ezquerro del Bayo, Francisco Luxán y Miguel Romero y Rafael Amar de la Torre. En el campo de la industria, los inmortalizados en el salón de actos de la Escuela: Cía, Schulz, Prado, Adaro, Peñuelas, Escosura, Mallada, Monasterio o en aula especial Madariaga. En el ejército los galardonados individualmente con la Real Orden Militar de San Fernando, o con la Medalla Militar individual. Destacaron en el campo religioso el P. Ignacio Velasco y Nieto, J. S. (1890-1936), con proceso de beatificación favorablemente tramitado y actualmente en el Vaticano pendiente de resolución; el Obispo de Santander Mons. Vicente Puchol Montis (1915-1967) fallecido en accidente de automóvil en Galapagar; el actual Presidente del Opus Dei Alvaro del Portillo y Díez de Sollano (1914-mayo-11).

Mención especial merecen los ingenieros fallecidos en el cumplimiento del deber:

Mariano Santa Cruz, Hiedelaencina (1864-octubre-19).

Jose Monasterio, Almadén (1874-julio-4).

Isidoro S. Buceta, Almadén (1874-julio-4).

Luis Barinaga Oriol, Linares (1881-septiembre-13).

Vicente Membrillera, Castuera (1886-julio-31).

Gabriel Molina, Ubeda (1897-febrero-15).

José Solana, Llumieres (1911-agosto-15).

Félix Montaves, Orbó (1913-marzo-27).

José de Gascañana y Martín, La Cardina (1916-agosto-14).

Guillermo Gómez Zaballos y Moreno, Sama de Langreo (1924-abril-3).

Rafael Rodríguez y Arango, Sotroindio (1934-octubre-5).

Miguel Durán y Terry, Oviedo (1934-octubre-10).

Rafael del Riego y Ramón, Turón (1934-octubre-14).

Miguel Durán y Walkinskaw, Lugones (1934-octubre-29).

José Laviña y Navarro, Valdeulle (1937-septiembre-20).

Ildefonso Borro y Miguel, Carballín (1947-diciembre-29).

Francisco Ruiz y Hermosilla, Coahuila (Méjico) (1948-diciembre-3).

Sebastián Saenz de Santa María y Alonso, Porcia (1953-febrero-16).

Luis Sánchez y Mínguez, Motril (1957-julio-15).

Manuel Calvo y Martínez, Brañuelas (1967-diciembre-12).

A esta lista es de justicia añadir muchos Capataces, Facultativos, Maestros, Conductores, etc., que lograron su titularidad en las escuelas filiales a la de Madrid, pero por la dificultad de lograr una lista completa, la silenciaremos para evitar omisiones de estos valientes trabajadores.

Produce gran satisfacción a cuantos hemos pasado por las aulas de la Escuela de Minas, cuando repasamos la relación de antiguos alumnos, ver una brillante y amplia representación entre las primeras figuras en los campos de las ciencias, la técnica, las artes, las letras, la milicia, la religión y la política en todos sus tendencias desde la extrema derecha hasta la extrema izquierda, así como otros muchos que a pesar de sus valiosos méritos, por su modestia o por sus circunstancias permanecen en el anonimato. En general para todos los desaparecidos nuestro recuerdo histórico.

Estos difíciles años finales de nuestra escuela como de cuerpo, lo estuvieron bajo la dirección de Castillo, natural de Murcia (1884-mayo-29), destacó desde los primeros estudios por su valor y clara inteligencia. Los médicos aconsejaron a sus padres, recién ingresado en la Escuela de Minas, en el sentido de abandono de los estudios, por falta de salud, para cursar unos estudios tan fuertes, con sólo unos meses con posibilidad de vida. Terminó brillantemente la carrera, ingresó en el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos, se licenció en derecho y casi toda su vida profesional, la desempeñó en la esfera oficial, donde destacó principalmente en el campo de la geofísica. Su elevada modestia le impidió aceptar puestos de dirección, siempre prefirió en las múltiples organizaciones a las que perteneció, ser vicepresidente, subdirector o secretario, puesto este último ideal por su dominio del derecho administrativo. Puede considerarse a Castillo como uno de los ingenieros de minas contemporáneos de más valía. Falleció en Madrid (1968-enero-15).

#### X. LAS ESCUELAS DE CAPATACES Y FACULTATIVOS DE MINAS (1835-1954)

Al trasladarse la Academia de Minas de Almadén a Madrid (R. D. 1835-abril-23), quedó ésta constituida como Escuela de Ingenieros de Minas. No se podía olvidar en la disposición real, las sugerencias de personas muy calificadas de la minería, entre las que figura Lorenzo Gómez Pardo (1834-septiembre-10): "Quizás en cada Inspección de minas o, al menos, en las más a propósito, deberán crearse Escuelas prácticas de minería, para formar maestros de minas y obreros sobresalientes. Para este objeto si que es muy adecuado Almadén, así como podría serlo Riotinto para los fundidores, Linares para los lavadores, etcétera". En el mencionado R. D. se dispone en su punto sexto: "quedando afectas a Almadén y Berja las Escuelas de geometría subterránea y demás conocimientos prácticos de la minería, la Dirección general presentará sin demora a mi aprobación la planta de las enseñanzas que allí hubieran de establecerse y cuanto con ella tenga relación".

##### X-1. ALMADEN

Por todos los aspectos de consideración posible, este capítulo debe comenzar con la historia de la Escuela práctica de Almadén.

Trasladada la Academia de Almadén a Madrid, siguió un período de transición, hasta que finalizaron los estudios las promociones de 1833-34-35 del plan antiguo. Las actividades docentes continuaron en todo momento, las cátedras permanecieron abiertas, aunque sin plan fijo ni carácter determinado; era un paso entre dos sistemas, y liquidación de unas enseñanzas con quienes tenían derechos adquiridos.

El propio Director de las minas, Felipe de Bauza, preside los exámenes (1837-agosto-28) de los alumnos de explotación de minas: José María de Madariaga, Juan Lorenzo de Madariaga, Diego José Villar, Alejandro López Muñoz y Gregoria Rozas. Estos alumnos no figuran en la lista de alumnos de Maffei (1877-julio-1), por no haber efectuado sus estudios en la Escuela de Ingenieros ni haberlos convalidado en ella, aunque después consiguieron disposiciones oficiales convalidatorias sin sufrir examen alguno, fueron destacados ingenieros y algunos profesores distinguidos de la Escuela de Madrid.

Dio comienzo (1837-octubre-6) el primer curso de matemáticas, dibujo natural y delineación, y tuvieron lugar (1837-octubre-24) en el departamento de Almadenejos, los exámenes del primer curso de matemáticas, con la participación de los alumnos Cayetano Duran, Rafael Chamorro, Leonardo Gerardo, Silvestre Ruiz Castellanos y Manuel Gallegos.

Un antiguo alumno del Museo de Ciencias Naturales y de la Dirección General de Minas, Miguel de Fourdinier, profesó gratuitamente en Almadén (1934-1836) y ahora comienza (1837-noviembre-6) la explicación del curso se-

gundo de matemáticas y los principios de minería. El laboreo de minas lo explicaba Ramón Pellico y Amalio Maesthe estaba encargado de la dirección de las prácticas de los alumnos en el manejo de la brújula y demás instrumentos así como en la resolución de los problemas de geometría subterránea. Fue concedida la jubilación (1837-septiembre-12) a Jasé Larrañaga, haciéndose cargo (1839) de la geometría subterránea y del laboreo de minas José Ruiz Ordóñez, quien lo había profesado anteriormente (1835). Cuando Fourdinier fue designado Director en propiedad (1840-junio-12) de las minas de Almadén, tomó a su cargo la explicación de los principios de geometría, historia y progreso de la minería, laboreo de minas y levantamiento de planos interiores y superficiales.

Todavía era Fourdinier (1840-julio-23) Director interino de Almadén cuando presidió los exámenes de matemáticas de: José Prados, Francisco Mondéjar, Policarpo Algora, Anselmo Tirado, Domingo Calderón Aguilera, Juan Cabanillas, Isidoro Antero Lillo, Juan Sánchez Tirado; y los de laboreo de minas de: Joaquín Madariaga, José María Ruiz León, Bruno Trincado, Francisco Verdejo, Felipe Tirado, Silvestre Vejarano y Juan Antonio León.

Es necesario dar estado legal a las enseñanzas de Almadén y para ello propone Fourdinier (1841-febrero-19) un plan aprobado por la Regencia provisional del Reino (1841-febrero-23), cuando era Ministro de la Gobernación de la Península Manuel Cortina. En la exposición se dice: "Todavía se ha pensado otra mejora no menos indispensable. Los capataces, operarios de hacha, entibadores y demás subalternos que han de practicar los trabajos subalternos, necesitan una instrucción adecuada a lo delicado de sus faenas, en las que no pueden ser reemplazados por cualesquiera trabajadores, sin riesgo de perder el fruto de las otras, y aún de exponer la vida de los mineros. Es, pues, indispensable formar un plantel de capataces y obreros, y permitir a los que existen en establecimientos nacionales que salgan a las empresas particulares". En la parte dispositiva se dice: "Que se amplía y regularice la Escuela práctica de capataces de Almadén, bajo el plan que ha propuesto esa dirección y se acompaña".

En la propuesta se establecían tres cursos académicos, que el profesorado estuviese desempeñado por los individuos del real Cuerpo facultativo, residentes en el establecimiento, con la gratificación de 2.000 reales anuales y un Oficial de mina, con 1.000 reales, quien dirigiría a los alumnos en el estudio práctico de las diversas maniobras. Las condiciones de admisión eran: leer, escribir, contar, buena conducta, complexión sana y robusta y haber cumplido dieciocho años. Les proporcionaban donde ganar el jornal, siempre que asistiesen con puntualidad y aplicación a sus estudios. Les dispensaban previo examen de los estudios de los conocimientos que tuviesen al ingreso. Al finalizar los estudios se les expedía el título de "Capataz examinado". Se exigiría de los particulares el que tenga uno de ellos para la dirección de los trabajos subterráneos, a quien el Ingeniero del Distrito hará responsable del cumplimiento de la Instrucción Provisional de Minas.

traslado en el material de estos ferrocarriles andaluces que parece tienen el peor de España desde su inauguración (1899-marzo-12). Vente a vivir a Almería. Esto no es posible, con la asignación de la Escuela no llega para vivir, por eso en Madrid, con los asuntillos que tengo, salgo adelante, y lo de la Escuela, aunque lo gaste totalmente en mis desplazamientos, me proporcionará una jubilación fija y una ayuda para la familia el día que falte. —Tu problema es diferente, en Almería poco porvenir tenemos los ingenieros de minas, pero con esas firmitas, los trabajos de aguas subterráneas y algún imprevisto puedes vivir bien. He oído que en Córdoba están interesados en llevar nuestra Escuela a Bélmez; entre los que mueven el asunto está Carbonell, quien ha encontrado apoyo en las autoridades locales y centrales e, incluso, circuló el rumor de que para el presupuesto del año próximo (1924) les han prometido en el Ministerio de Hacienda destinar la asignación de nuestra Escuela a favor de la que desean crear en Bélmez”.

El rumor fue una realidad y la Escuela quedó trasladada a Bélmez (R. D. 1924-julio-17) Ayuntamiento con mayor importancia minera en aquellos momentos.

Fue restablecida la Escuela de Vera (O. M. 1935-octubre-4), pero no encontramos información de su funcionamiento, ni figura en las plantillas de Escuelas de Facultativos (O. 1940-septiembre-13).

### X-3. ASTURIAS

La importancia alcanzada por la minería, siderurgia y metalurgia asturiana, fue motivo de múltiples propuestas de establecimiento de enseñanzas prácticas en diferentes localidades. Como iniciación de estas enseñanzas, cundió entre quienes habían trabajado en la carta geológica del principado, los ingenieros destinados en la inspección de minas y los componentes de diversas comisiones, proponer la creación en Gijón de una cátedra de mineralogía, deseos elevados a la Soberana por el Ministro de Gobernación de la Península, Pidal. Rápida fue la contestación (R. O. 1844-septiembre-15). “Convencida S. M. de que uno de los medios de promover eficazmente el aprovechamiento de los criaderos de carbón, que constituyen un importante ramo de la riqueza de la provincia de Asturias, es el difundir entre sus naturales la instrucción especial que requiere el buen laboreo de estas minas; accediendo en lo principal a los deseos de la Comisión especial de Fomento de la Minería Asturiana, se ha servido resolver que en lugar de establecer en Gijón una cátedra de mineralogía, que no podría producir la utilidad que se desea, propongan el plan de una Escuela práctica de minería igual a la establecida en Almadén, manifestando la extensión que deberían darse a los estudios y ejercicios, punto donde ofreciera más ventajas su establecimiento, presupuesto de gastos por todos conceptos...”

Con gran entusiasmo se ponen a trabajar sus promotores en la creación de esta Escuela, quienes reciben el

apoyo de todo el pueblo asturiano; la actuación es rápida y una vez finalizado el plan (1844-diciembre-13) y elevado a S. M., reitera la Soberana su agrado en el establecimiento de una Escuela práctica de minería en Asturias, para proporcionar la instrucción necesaria a los que en concepto de capataces se dediquen al laboreo de las minas de carbón, quedando creada (R. O. 1845-noviembre-14). En su parte dispositiva establece la R. O. su destino principalmente a la instrucción de los que en calidad de capataces o peritos y aún en la de obreros, se dediquen al laboreo de las minas de carbón. Enseñanza pública. Duración dos cursos. Las clases teóricas del primer curso se impartirán en la Escuela especial establecida en Gijón, por sus mismos profesores, en cursos especiales, con la gratificación extraordinaria de 1.500 reales al año, costeados con los fondos de la Escuela de Gijón. El segundo curso será el técnico, formado por nociones de mineralogía, geognosia, geometría subterránea, laboreo en sus distintos ramos y aplicación práctica y tan extensa como sea posible de todos los conocimientos al disfrute especial de las minas de carbón del país, las cuales corren a cargo de los ingenieros facultativos del distrito y se darían en Langreo.

El título expedido después de sobrepasar satisfactoriamente los exámenes, era el de “Perito práctico en el laboreo de los criaderos de carbón mineral”. Quienes alcanzaban los cuatro primeros puestos, eran galardonados con una pensión vitalicia de seis reales diarios y, para los cuatro segundos, era de cuatro reales, hasta que percibiesen una retribución superior, momento en que perdían esta distinción. Las pensiones eran sufragadas por el presupuesto general del ramo de minas, de la Sección de Fomento.

El programa de enseñanza minucioso y sumamente interesante de la Escuela práctica de Asturias, fue elevado a la superioridad (1846-enero-29) y aprobado por S. M. (1846-febrero-7). Remitido a la Soberana el Reglamento de la Escuela (1846-septiembre-11), fue aprobado por S. M. la Reina (1846-septiembre-16).

Es posible que muchos asturianos no conozcan el párrafo segundo del artículo 39 de la Ley de Minería (1849-abril-11) donde dice: “También habrá Escuelas prácticas... y en Asturias para los ingenieros, maestros y capataces de Minas”. Queda dispuesta la actualización del Reglamento de la Escuela en el R. D. (1849-julio-31), para la ejecución de la Ley de Minería y en el Reglamento del Cuerpo de Ingenieros de Minas (R. D. 1849-julio-31) se dice, otra vez, refiriéndose a las Escuelas: “y en Asturias para los Ingenieros, maestros y capataces de minas”. Esto nos induce a pensar si el legislador pretendió crear unos ingenieros de formación inferior a los de Madrid o si, realmente, pensaba crear una Escuela Superior de Ingeniería de Minas como es la actual de Oviedo. Es lástima no haber logrado localizar más antecedentes sobre este punto.

La opinión popular, los periódicos, los medios oficiales, todo Asturias, se impacienta ante las dilaciones en la puesta en marcha de la Escuela ya dotada en los Presupuestos del Estado, Un destacado Ingeniero de Minas, con más

de media vida profesional entre Galicia y Asturias, Guillermo Schulz y Schweizer, logra llegue a conocimiento de la Soberana esta intranquilidad, así como su opinión sobre la misma, obteniendo rápidamente reacción favorable (R. O. 1853-diciembre-1), por conducto de su Ministro de Fomento, Esteban Collantes, en comunicación directa a Schulz, donde dice: “Convencida S. M. la Reina (q. D. g.) de la urgente necesidad de facilitar la adquisición de los conocimientos especiales que requiere la industria minera en el rápido incremento que va tomando en la Península, y deseando sobre todo impulsar la económica explotación del carbón de piedra, como elemento de riqueza industrial y agrícola, se ha dignado mandar se proceda inmediatamente el planeamiento de la Escuela práctica de minas de Asturias... y ha resuelto se establezca dicha Escuela en Mieres del Camino, como punto más céntrico de aquella minería y el más adecuado por su situación, caserío y caminos para la concurrencia; tomando en consideración el celo y madura experiencia que distinguen al Inspector General del ramo D. Guillermo Schulz... ordenar... se encargue, desde luego, del planteamiento y dirección de la Escuela, con todas las facultades necesarias, y que con ese propósito se le entregue de lo consignado con tal objeto en los presupuestos vigentes, veinte mil reales a fin de adelantar el arriendo y preparación del local, y para la adquisición de colecciones, modelos y demás medios de enseñanza indispensables, sin perjuicio de la dotación necesaria, que ya se ha incluido en los nuevos presupuestos para el año próximo. Al mismo tiempo S. M. ha tenido a bien disponer que se proponga a su Real aprobación el Reglamento de dicha Escuela, tanto en lo concerniente a la instrucción de Maestros y Capataces de minas, objeto preferente de la enseñanza, como también acerca de los medios de hacerlo extensiva a los Maestros y operarios de fundición, y en lo relativo a los ejercicios prácticos de los alumnos aprobados en la Escuela superior del ramo”.

En toda la redacción de la R. O., se aprecia la inspiración directa de Schulz, activo y profundo conocedor de la industria del N. O., su ubicación de Mieres, los amplios poderes, ejecución inmediata, ampliación de la Escuela al campo de la fundición y para práctica de los alumnos de la Escuela de Madrid, que ya la denominan “superior”.

Las circunstancias cambian, fallece Cabanillas (1853-diciembre-5), la Escuela de Madrid se queda sin director, todos miran a Schulz quien es designado para el puesto vacante (1953-diciembre-25), las ocupaciones son tremendas, no tiene un minuto libre, pero, quitándolo del reposo, saca el tiempo necesario para preparar el Reglamento y poner en marcha la Escuela. Aquel después de obtener el informe favorable de la Junta Facultativa, lo presenta a la Reina un antiguo graduado de Almadén, el Ministro de Fomento Luxán, mereciendo su Real aprobación (R. O. 1854-septiembre-19). En el Reglamento se establece, como condición indispensable: “ser obreros de minas, o bien oficiales de carpintería, albañilería, cantería o fragua, con tal que sean obreros de minas, durante todo el tiempo de los dos años que asistan a clase”. Edad veinte a treinta y

seis años. Estipula los certificados de los centros de trabajo y los de residencia municipal que deben presentar los españoles. El primer domingo de febrero se efectúa la admisión de los alumnos, tanto en su parte documental como en los ejercicios de lectura, escritura y aritmética. El curso dura desde el primer domingo de febrero al de mediados de noviembre. Sólo serán lectivos los domingos y días de fiesta, con cuatro horas diarias de lección. Los exámenes tienen lugar el cuarto domingo de noviembre. Quienes al final de los dos cursos alcancen la nota de bueno, obtendrán el título de “capataz”; los calificados con mediano, recibirán el certificado de “subcapataz”.

No da tiempo de convocar el curso de 1854, por ello la Escuela se inaugura al año siguiente (1855-abril), con la participación de 46 alumnos, siendo el primer profesor titulado y Subdirector Pfo Jusue y Barrera (1896-junio-18) dado que el Director lo era el de la Escuela Especial de Madrid.

Es promulgada la Ley de Instrucción Pública (1857-septiembre-3) y, en su cumplimiento, la Escuela de Capataces de Mieres pasa (1857-septiembre-10) a depender de la Dirección General de Instrucción Pública, reincorporándose a la Dirección General de los Servicios de Minas por Ley posterior (1859-junio-5).

Dispuso la Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio (1860-agosto-15) realizase Naranjo, como Director de la Escuela de Madrid, una visita de inspección para estudiar los razonamientos sobre la conveniencia de su traslado. Hecha la correspondiente visita (1860-agosto-26), le informaron sobre la modificación del Reglamento y sobre el traslado a Sama de Langreo, por ser el centro de la cuenca carbonífera, estar unido por ferrocarril al Puerto de Gijón, poseer muchas minas agrupadas en concesiones grandes con ocupación de muchos brazos y necesidad de gran número de capataces para ellas y sus establecimientos metalúrgicos. La consecuencia de este traslado podía ser un inmediato incremento en el número de alumnos. Como era de dominio público el próximo traslado de la Escuela a Sama, ingresó en ella (1861-febrero) una de las mayores promociones, estuvo formada por 84 alumnos.

Se estudian planes nuevos de enseñanza; los Ingenieros del Distrito Minero de Oviedo demuestran su interés por ser profesores de la Escuela y, por lo tanto, el traslado a la capital del Principado, para su mayor comodidad, la Escuela de Madrid informa en contra pero en la “Gaceta” se publica la orden del Presidente del Poder Ejecutivo al Ministro de Fomento (1869-abril-24) disponiendo se trasladase a Oviedo. Las clases serán unas alternas y otras diarias, pero todas nocturnas para que los obreros puedan concurrir. Dificultades del local, que anteriormente había sido ofrecido, impidieron la labor docente durante los años 1869 y 1870. La promoción de 1871, primera de Oviedo, inaugura sus actividades docentes con una de las mayores concurrencias conocidas de alumnos pero con un manchón en su Reglamento, la mayoría de los alumnos no cumplían las condiciones estipuladas de obreros mineros y otros sólo las cumplían en la documentación presentada.

Los locales de Oviedo no reúnen condiciones, los profesores se ofrecen a dar las clases en sus domicilios particulares, se inician gestiones con el Rector de la Universidad de Oviedo y por fin se logran locales para iniciar las clases después de las vacaciones de la Natividad del Señor, acordándose poner todo en conocimiento de la Escuela de Madrid (1872-febrero-21). El Subdirector remite a Madrid (1872-abril-4) la lista de los 57 alumnos matriculados de primer curso y sólo uno del segundo, así como la indicación de reconsiderar el plan de estudios, por ser los alumnos artesanos y disponer de poco tiempo para el estudio.

Al Director de la Escuela de Madrid, Ingeniero Monasterio, así como al claustro y destacados ingenieros del Ministerio de Fomento, no les agrada el funcionamiento de la Escuela de Oviedo; el Ayuntamiento de Mieres desea su retorno y ofrece una serie de facilidades económicas. Propone el Ministro de Fomento y así lo dispone el Presidente del Poder Ejecutivo de la República (1874-julio-23) "que la Escuela de Capataces de Asturias se traslade a Mieres desde Oviedo". En aquella época el coste del personal de la Escuela era de 1.750 pesetas al año y el del material 1.000 pesetas.

Es necesario realizar rápido el traslado, para evitar la pérdida de las lecciones por parte de los alumnos. Participó (1875-noviembre-16) el Subdirector de la Escuela de Mieres al Director de la Escuela de Madrid, haber efectuado el traslado para lo cual había ofrecido el Alcalde toda clase de facilidades de local y recursos, por ello el claustro de la Escuela de Madrid lo había informado favorablemente (1874-julio-20).

Las realidades son menores que las ofertas, los recursos concedidos por el Ayuntamiento no son suficientes para la subsistencia de la Escuela, el Subdirector visita al Presidente de la Diputación Provincial. Este Organismo acordó pedir al Ministerio de Fomento incluyesen en presupuestos la consignación necesaria, sobre su ofrecimiento de votar 2.000 pesetas para sostenimiento de la Escuela, lo cual se puso en conocimiento de la Escuela de Madrid (1879-junio-11).

La Escuela dispone de más fondos y las enseñanzas son cada vez mejores y más interesantes; destaca (1883-diciembre-11) el cursillo gratuito dado por el Médico de Mieres, Muñoz, sobre "Higiene general", considerado como las primeras lecciones dadas en España sobre Ingeniería Sanitaria.

Los estudios requieren ampliación, se establece (R. O. 1896-octubre-12) el ingreso y tres cursos de carrera, influido en parte por una propuesta informada por José María de Madariaga y el claustro de profesores de la Escuela de Madrid (1896-mayo-30). El Ayuntamiento de Mieres solicitaba la creación de una clase de Electrotecnia en su Escuela de Capataces, para lo cual daría una subvención aceptada de 25.000 pesetas, destinada a su instalación. Proponía Madariaga el aumento de la duración de los estudios en un año y darles el título de "Capataces o Peritos electricistas", con el deseo de que fueran los ayudantes de los Ingenieros electricistas, de creación nece-

saria. En su propuesta también establecía las atribuciones de estos técnicos: instalaciones de hasta 20 caballos, 300 v en corriente continua y 150 v en corriente alterna, otorgadas posteriormente a todos los Capataces de Minas.

Cambiadas las denominaciones de las Escuelas, la de Mieres continuaba denominándose "Escuela práctica de Minas de Asturias"; considerado el caso por la de Madrid (1910-diciembre-16) se acordó utilizase la denominación de las restantes de España, el de "Escuela de Capataces de Minas". Con la misma fecha, el Ayuntamiento de Mieres, pendiente de su Escuela, solicitó elevarla a la categoría de "Escuela de Ayudante de Minas". Hay un fuerte movimiento de la industria asturiana a favor de su Escuela, insisten en la necesidad de la reforma del Reglamento, han sostenido personas tan destacadas como: Schulz, Pío Jusué y Barreda, Antonio Luis Anciola, Luis Fernández Loygorri, Amalio Gil y Maestre, Lucas Mallada y Pueyo, González Ibran, Luis de Adaro y Magro, y Seraffín de Orueta y Entibáñez Calderón, que la prosperidad alcanzada es debida a su necesidad en la región, y haber encarnado en los llamados a llevarlo a efecto, el pensamiento de su lejano promotor Jovellanos. Estudia la Escuela de Madrid la propuesta (1912-septiembre-27) y es aprobado (R. O. en "Gaceta" 1913-febrero-14).

Un nuevo Reglamento es tema de discusión; finalizada su redacción (1924-octubre-24) figuran en él dos posibilidades de enseñanza: la de "Obreros minero-fundidores y maquinistas" y la de "Ayudantes facultativos de minas y fábricas metalúrgicas", con el fin de cubrir todas las necesidades de titularidad de las minas y establecimientos metalúrgicos. La primera, después del ingreso, requiere dos cursos; la segunda, el ingreso y cuatro cursos; son cíclicos y para pasar al tercer curso es necesario alcanzar la primera titularidad. El Reglamento fue aprobado (R. O. 1925-abril-20) y otro posterior (O. O. 1931-noviembre-18).

Las escuelas de Vigilantes Mineros son una realidad; dispuesto su creación (D. "Gaceta" 1913-abril-4) en Langreo, pronto preparan el Reglamento y es aprobado (D. 1933-agosto-20), siendo un éxito su establecimiento siempre como una dependencia de la antigua escuela de Mieres. Este Reglamento fue posteriormente actualizado (D. 1935-noviembre-12).

La "Subcomisión reguladora del combustibles sólidos" con el fin de poner en rápida y adecuada actividad la minería del carbón, después de finalizada la guerra civil, considera conveniente la formación del personal, por ello propone les sean facilitados los conocimientos indispensables para que rindan en su trabajo, así el mínimo esfuerzo y riesgo personal, mejorando a la vez su rendimiento y a ello esperan se llegue con la instalación y funcionamiento de las Escuelas de Oficios Mineros, siempre dependientes de la de Mieres. Por disposición del Ministerio de Educación Nacional (O. 1941-mayo-23), se amplían las enseñanzas de las dos Escuelas de Vigilantes Mineros de Sama de Langreo y Mieres, con los estudios necesarios para formar "Oficiales mecánicos" y "Oficiales Electricistas de Mi-

nas". En los locales ofrecidos por las empresas mineras de carbón, quedan creadas en Asturias las ocho escuelas profesionales de Picadores de Carbón de: Mosquitera, Nalón, Samuño, Santa Ana, Sotroñido, Mieres, Turón y Moreda y las dos escuelas de Barreneros de Carbón de: Mieres y Modesta. Se actualiza el reglamento y plan de estudios de estas enseñanzas (O. M. 1943-noviembre-2).

En las escuelas pertenecientes a las cuencas carboníferas, como son las de Asturias y León, tuvieron una preponderancia entre sus alumnos los obreros del interior de las minas, conocedores y habituados a los oficios mineros. En los ambientes mineros de estas regiones, en la Comisión para la distribución del carbón y, en general, entre los propietarios y los ingenieros de minas, consideran muy conveniente mantener esta preponderancia. Por los cauces adecuados, se solicita de los Ministerios de Industria y de Trabajo la posibilidad de concesión de las máximas facilidades a los alumnos, y se dispone (O. 1948-diciembre-31), sea considerada a todos los efectos como asistencia al trabajo, la efectuada los sábados a las clases de las diversas escuelas de minas.

#### X-4. CARTAGENA

Las entidades oficiales de Cartagena, dada la prosperidad de la minería y sus industrias derivadas en aquella Sierra, solicitan la creación de una Escuela de Capataces de Minas. La petición pasa a estudio de la Escuela de Minas de Madrid (1862-mayo-14), cuyo claustro de profesores, propone su erección en las mismas condiciones que la análoga de Asturias. La Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio, oficia (1865-enero-1) al Gobernador de Murcia, para la búsqueda de un local donde pudiese instalarse la nueva Escuela, así como el Laboratorio de la Inspección de Minas, radicado desde su creación en una casa del ramo de guerra, la cual además de no reunir condiciones adecuadas, el local, era motivo de continua reivindicación por parte de sus titulares.

La revolución de Serrano proclama la libertad de enseñanza (1869), se crea la "Sociedad del Fomento de la Instrucción", la cual se dirige al Director General (1869-diciembre-24), solicitando el apoyo para crear una "Escuela libre de Ingeniería Metalúrgica" en Cartagena y que le sean facilitados instrumentos y aparatos del suprimido Instituto Industrial, así como la designación de un Ingeniero del Cuerpo de Minas como profesor. Reunido el claustro de profesores (1870-enero-5), le parece muy bien esta idea cultural, pero considera no debe entrarse en su discusión, por tratarse de un centro de enseñanza particular.

La escuela particular es creada y plantea el Alcalde al Director General, quien lo pasa a la Escuela (1870-octubre-20), la variación de la denominación del título concedido por dicha entidad, en lugar de ser Capataces, sea el de Maestros de Minas. Considerado en la reunión del claustro de profesores (1870-noviembre-9) se acuerda contestar que, por tratarse de una Escuela libre, este cambio de denominación no es tema de su competencia. La Escuela termina

denominándose "Escuela Especial de Maestros Facultativos de Minas", estableciéndose (1871) con dependencia inmediata del Ayuntamiento de Cartagena y aneja a su Instituto, quedando designados los Ingenieros de Minas Fernando María de Castro como Director y Manuel Malo de Molina como profesor. La enseñanza comprendía dos cursos: en el primero estudiaban; mineralogía, preparación mecánica de minerales y geología. En el segundo curso tenían como asignatura única la docimasia.

Los Maestros de Minas titulados por la Escuela de Cartagena, solicitan poder actuar como los Facultativos de Minas, a lo que se contesta (R. O. 1871-octubre-14) que para tener sus títulos los mismos efectos legales, que los de las Escuelas de Almadén y Langreo, es necesario realicen los exámenes oportunos en dichas Escuelas o en la de Minas de Madrid.

Dispuso el Gobierno de la República (D. 1873-abril-3) igualdad de condiciones y carácter oficial de los títulos de la Escuela establecida a espensas del Ayuntamiento de Cartagena con las de Almadén, Asturias y Almería. Fue necesario adaptar los programas y Reglamento de esta Escuela a la nueva titularidad conseguida de capataces de Minas. Como consecuencia de esta disposición oficial es reorganizada la Cátedra de mecánica y laboreo de minas y designado profesor (1874-febrero-13) al Ingeniero de Minas José María Soler, quedando agregada la Escuela al Instituto. Las actividades cesaron pronto por falta de medios económicos del Ayuntamiento, suprimiéndose ambos centros en el mismo año (1874).

La creación definitiva de la Escuela se debe a la Sociedad Económica de Amigos del País de Cartagena, la cual solicita (1882-octubre-7) la creación de una Escuela de Capataces de Minas y una Escuela de Maquinistas; estudiado el asunto por el claustro de profesores (1882-octubre-14) es aprobado con dictamen favorable (1882-octubre 18).

El Reglamento de la Escuela aprobado (R. O. 1884-febrero-20) lo era con la denominación de "Escuela de Capataces de Minas y Maquinistas conductores", con tres cursos e ingreso para los primeros y sólo uno para los segundos.

La Sociedad Económica de Amigos del País, expone la necesidad de aumento de la consignación de la Escuela y de atribuciones, acordando el claustro (1884-mayo-28), proponer a la superioridad independizar la Escuela de dicha entidad e incrementar la reducida consignación del Estado, por tratarse de una escuela muy necesaria.

Las primeras designaciones de profesorado para la escuela oficial (F. O. 1885-noviembre-21), fueron como Subdirector a Manuel Malo de Molina y como profesor a Guillermo López Bienert.

En igualdad a la Escuela de Capataces de Almadén y como consecuencia de lo informado (1896-agosto-7) por la Junta Superior Facultativa de Murcia, se dispone (R. O. 1896-octubre-12) elevar definitivamente a tres años los de la carrera de Capataz y dos la de Conductor. Con-

secuencia de intereses creados, respecto a los planes de enseñanza, fue la disposición (R. O. 1900-diciembre-3), dejando sin efecto la R. O. anterior limitándose su espíritu al aumento del programa en algunas asignaturas.

Considerada la importancia que para la industria están tomando las aplicaciones de la electricidad, solicita la Cámara de Comercio de Cartagena la creación en la Escuela de una Cátedra de Electricidad, lo cual es recogido con agrado en la reunión del claustro (1903-septiembre-7) por el Profesor Madariaga. La resolución definitiva no se hace esperar y dispone (R. O. 1904-julio-8) ... "con el fin de que los Capataces de Minas..., adquieran los conocimientos electrónicos... para que puedan secundar eficazmente las órdenes que reciben de los Ingenieros... S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien crear una plaza de Profesor en la Escuela de Capataces de Minas, establecida en Cartagena (Murcia) a cargo de un Ingeniero del Cuerpo, para explicar la asignatura titulada "Curso práctico de las aplicaciones de la electricidad a las minas".

Dada la mayor importancia minera de La Unión, sobre Cartagena, aquel Ayuntamiento solicita el traslado de la Escuela, expediente estudiado en el claustro (1905-marzo-21).

La Escuela de Cartagena tiene como domicilio el social de la "Real Sociedad Económica de Amigos del País de Cartagena" y expone esta Entidad la necesidad de un incremento de la subvención dada por el Gobierno para dicha Escuela, por insuficiente, petición favorablemente informada por el claustro de Madrid (1906-junio-30).

Estudiada la unificación de enseñanzas en las Escuelas de Mieres, Bilbao y Cartagena, se aprueba su Reglamento común (R. O. 1925-abril-20), con cuatro cursos de enseñanza cíclica, los dos primeros para el título de "Maestro minero, fundidor o maquinista" y los dos últimos para el de "Ayudante Facultativo de Minas y Fábricas metalúrgicas". Su último Reglamento fue aprobado (O. M. 1931-noviembre-18).

#### X-5. LINARES

Al profesor de Mineralurgia del Real Cuerpo Facultativo de Minas, Lorenzo Gómez Pardo, le pide (1934-agosto-22) el Director General de Minas, Estanislao Peñafiel, emita informe sobre la ordenación de la enseñanza de la minería en España, y en él (1834-septiembre-10) dice al referirse a la necesidad de la creación de Escuelas prácticas de mineros para formar maestros de minas y obreros sobresalientes; "para este objeto es muy adecuado: Linares para los lavadores".

Se debe a la iniciativa municipal de Linares, favorecida por las disposiciones oficiales (1869) de libertad de enseñanzas, la creación de esta Escuela. Contó entre sus primeros profesores a Gabriel Puig y Larráz y a Alfredo de Madrid Dávila y estaban según su reglamento, considerados como catedráticos honorarios todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas residentes en Jaén. Con vida carente de

prosperidad fue cerrada la Escuela hacia el año 1875. El plan completo constaba de tres cursos.

Solicita el Ayuntamiento de Linares la creación de una Escuela de Capataces subvencionada por el Gobierno, informando la Escuela de Madrid (1881-junio-20) estar conforme, pero imponiendo la condición de que sea una Escuela estatal.

Reitera el Ayuntamiento de Linares su petición con oferta de costear el local, el menaje de la Escuela y el personal subalterno, remitida a informe de la Escuela de Madrid (1892-octubre-15) ésta informa (1892-octubre-17) ser muy conveniente y necesaria su creación y con el mismo reglamento que tiene la de Vera de creación reciente. Tramitado el expediente satisfactoriamente, queda creada (R. D. 1892-noviembre-18) y sus primeros nombramientos (R. O. 1893-septiembre-30) son los de los ingenieros Manuel Rey y Ponte, como subdirector, y Alfredo Medina Acedo, como secretario.

El título del centro es "Escuela de Capataces de Minas y Maestros de Fundición", después de los dos cursos de enseñanza, tenían que trabajar los alumnos durante un año como oficiales de hornos en una fábrica de fundición o desplatación y otro año en labores interiores de minas.

Una muestra de la rigurosidad en la disciplina de este centro, es el caso del alumno de primer curso Aurelio Pérez Martín, quien al verse desaprobado en los exámenes de fin de curso, arrancó y rompió las listas fijadas en la tablilla; acordada la expulsión (1894-septiembre-20) ésta fue ratificada por la superioridad (R. O. 1894-diciembre-22).

Con el fin de unificar los planes de enseñanza de las Escuelas de Capataces, se dispone (R. O. 1895-diciembre-10) que al igual que las Escuelas de Almadén y de Mieres, se amplíen los estudios a tres cursos y las prácticas reglamentarias.

En los mismos locales de la Escuela de Ayudantes Facultativos y con el mismo personal, se autorizó el establecimiento de una "Escuela de Maestros mineros, fundidores y maquinistas" con reglamento aprobado oficialmente (R. O. 1925-abril-20).

Su último reglamento fue aprobado (O. M. 1931-noviembre-18) con modificaciones posteriores (O. M. 1943-diciembre-3).

En este último se crea la enseñanza de higiene minera por su importancia en la campaña contra las enfermedades profesionales de las industrias del plomo.

#### X-6. HUELVA

Se está programando la enseñanza de la minería e industrias derivadas a niveles diferentes y, como asesoramiento antes de tomar decisiones, importantes, se solicita informe la Dirección General de Minas (1834-agosto-22) del Inspector de Minas Gómez Pardo, quien lo emite (1834-agosto-22) destacando la importancia de las escuelas prác-

ticas de mineros o subalternas de la propuesta en Madrid, e indican sería muy adecuado "Ríotinto para los fundidores".

Transcurrieron muchos años sin ser realidad esta idea; llega el establecimiento legal de la libertad de enseñanza (1869) y entonces se crea la Escuela libre profesional de Huelva, donde se proporciona el estudio de la carrera de "peritos de minas", a cuyo efecto se establecen cátedras de preparación mecánica de minerales y de metalurgia, como materias conexas con la minería. Sus programas dieron lugar a una enseñanza incompleta, sin formar verdaderos peritos de minas, pues entre las disciplinas no estudiadas, podíamos mencionar el laboreo de minas. La duración de la enseñanza fue corta, sin tener trascendencia industrial su misión.

El gremio de mineros de Huelva pretende crear una Escuela para lo cual está dispuesto a prestar algunas ayudas, petición pasada al Claustro de la Escuela de Madrid, donde se estudia con todo interés (1900-agosto-7); reanudado el curso, entran en el estudio del Reglamento (1900-octubre-16), presentado como "Escuela práctica de Obreros Mineros, Fundidores y Maquinistas de Huelva", siendo dos cursos el período de escolaridad, después de efectuado el ingreso. Las aspiraciones son transformadas en realidad (R. D. 1901-febrero-22).

El Subdirector de la Escuela, Salvador Vázquez Zafra, presenta un Reglamento de la misma, en líneas generales muy parecida al utilizado como base para su creación y es aprobado (R. O. 1901-agosto-6).

Como vicisitudes específicas, pueden citarse: la consideración del Claustro de la de Madrid (1901-diciembre-20) para realización de obras de acondicionamiento en los locales de la escuela recién creada; la petición de los alumnos de considerar como únicos días lectivos los festivos y sus vísperas, informado favorablemente por el Claustro de Madrid (1902-octubre-23). Estos deseos contrastan con las dificultades por parte de la Empresa "Compañía Ríotinto Limitada" para que los alumnos efectúen las prácticas reglamentarias en sus minas y fábricas (1906-enero-25).

En el proceso de adaptación, se aprueba (R. O. 1911-agosto-6) actualizado el Reglamento de la Escuela de Capataces Facultativos de Minas y Fábricas Metalúrgicas de Huelva, con dos cursos incrementados, posteriormente, a cuatro. Su último reglamento se aprobó (O. M. 1931-noviembre-23).

En los mismos locales que la Escuela de Ayudantes Facultativos y con el mismo personal, se autorizó el establecimiento de una "Escuela de Maestros mineros, fundidores y maquinistas", cuyo reglamento fue aprobado (R. O. 1925-abril-20).

Esta Escuela estuvo sometida a las mismas vicisitudes que sus análogas, de acuerdo con el criterio de unificación de enseñanza en todas las Escuelas de Capataces Facultativos de Minas y Fábricas.

Al igual que en otras zonas, sientan la necesidad en la cuenca minera de Ríotinto, de vigilantes mineros bien

formados y se proyecta (1935-octubre-2) la creación de una Escuela de Vigilantes Mineros, con dos cursos de carrera, a establecerse en los locales y con las ayudas ofrecidas por la "Compañía Ríotinto Limitada".

#### X-7. BELMEZ

El Ayuntamiento de Bélmez, aprecia el incremento de la importancia de la zona minera que le rodea, considera lo es tanto como la de Cartagena y pide la creación de una Escuela de Capataces de Minas, comprometiéndose a instalarla y aportar presupuesto suficiente para su sostenimiento. Estudiada la petición por el Claustro de Madrid (1897-febrero-3), dan la conformidad siempre que, una vez instalada, garantice el Ayuntamiento su sostenimiento. Los fondos posiblemente aportados por el Ayuntamiento no parece sean suficientes para el sostenimiento de la Escuela, debido a lo reducido de sus recursos, motivo de nueva consulta a la Escuela de Minas de Madrid (1897-septiembre-14).

La minería de la provincia de Almería inicia un período de crisis; el número de alumnos de la Escuela de Ayudantes Facultativos de Minas de Vera, es muy reducido, logran para Bélmez que la consignación en los presupuestos anteriores para aquella Escuela, figure en la Ley de Presupuestos de 1924 para "Escuela Práctica de Obreros Mineros, Fundidores y Maquinistas de Bélmez", traslado realizado en virtud de la oportuna disposición (R. D. 1924-julio-17). En esta disposición se establece inicie la Escuela sus actividades en 1.º de septiembre y la nómina de los profesores quede formalizada para los meses de julio y agosto, con el fin de preparar sus planes para la fecha prevista.

Esta Escuela de Maestros tuvo el mismo reglamento que las otras tres establecidas en España (R. O. 1925-abril-20), con dos cursos de carrera. En los mismos locales quedó instituida la de "Capataces Facultativos de Minas y Fábricas Metalúrgicas" (O. M. 1931-noviembre-18), con el establecimiento de su plan de estudios y reglamento. Estaba previsto un ingreso y cuatro cursos. Posteriormente se actualizó el plan de estudios (O. M. 1935-julio-26).

#### X-8. TERRELAVEGA

Estamos en un momento de sumo interés por parte de los Ayuntamientos mineros, en la creación de escuelas de capataces de minas, uno de éstos es Torrelavega. La petición concreta es para la creación de una Escuela de Capataces de Minas, con una sección de electricidad, por parte municipal se hacen las consabidas ofertas de local y sostenimiento material. La petición pasó a consideración del Claustro de Madrid (1906-enero-25), sin lograr su creación.

Transcurre medio siglo y se reitera la petición, mereciendo aprobación oficial (O. 1955-julio-13), con la deno-

minación de Escuela de Facultativos de Minas, y Fábricas Minero-metalúrgicas y Minero-químicas, así como su reglamento (O. 1956-mayo-19).

## X-9. BILBAO

La importancia de la siderurgia es cada día mayor en Vizcaya. Los Ingenieros de Minas necesitan la colaboración de sus capataces, como en otros distritos mineros. La Diputación de Vizcaya y el Ayuntamiento de Bilbao, donde intervienen personas destacadas de la minería, y de la siderurgia, consideran estas necesidades, y los antecedentes de otras provincias, como orientación para promover una escuela en Vizcaya. A la proyectada escuela desean darle una organización independiente de la Escuela de Madrid, y como solución momentánea ven la creación de una escuela libre y después pedir la convalidación oficial de sus títulos, como ocurrió con otras hoy prestigiosas. Como la petición solventaba una necesidad real, fue fácil lograr la creación (R. O. 1910-febrero-6). Puesta esta disposición en conocimiento de la Escuela de Madrid (1910-febrero-26) manifiesta sale la organización del centro docente de Vizcaya de las atribuciones de la Escuela de Madrid y, para tener el título deseado, es necesario dar entrada a algunas rectificaciones. Considerado el caso por el Patronato de la Escuela de Artes y Oficios de Bilbao, prepara su Claustro un programa especial de enseñanza de la minería, el cual fue considerado en una reunión (1911-marzo-20) del Claustro de la de Madrid. Se acerca el momento de terminar el segundo curso, los alumnos de la primera promoción, y la titularidad está sin solucionar. Se acuerda pedir sean automáticamente revalidados los estudios de los capataces de la escuela libre de Bilbao. El Claustro de Madrid (1911-junio-30) considera el caso, consulta antecedentes y, por unanimidad, acuerda informar no procede la revalidación.

La única vía factible por parte de la Diputación y del Ayuntamiento, es solicitar la creación de una Escuela Oficial de Capataces de Minas; ambas entidades subvencionarían la nueva escuela con 12.000 pesetas anuales para personal, 4.000 para material y además proporcionarían el local que es el de la Escuela de Artes y Oficios, y abonarían la luz y la calefacción. El Claustro informa favorablemente (1913-septiembre-18) y S. M. la crea (R. D. 1913-diciembre-19).

La Escuela recién creada se denomina "Escuela de Capataces de Minas y Fábricas Siderúrgicas". Las enseñanzas, según su reglamento (R. O. 1914-agosto-12) duran tres cursos de clases diarias y seis meses de prácticas en mina, taller o fábrica siderúrgica.

Son actualizadas (1925-abril-20) las enseñanzas y titularidad de las Escuelas de Facultativos de Minas y Fábricas Metalúrgicas de Mieres, Bilbao y Cartagena; establece el Reglamento una enseñanza cíclica de cuatro cursos, los dos primeros para el título de Maestro y los cuatro para el de Ayudante Facultativo. Ultimadas las enseñanzas teóricas se necesita la permanencia durante seis meses de

prácticas en minas y tres en fábricas y la presentación ante tribunal de la correspondiente memoria de las prácticas. El último Reglamento fue aprobado (O. M. 1931-noviembre-18).

## X-10. LA LAGUNA

Razones de distancia, dificultad de comunicaciones con la Península y el número elevado de posibles alumnos para estudios técnicos, condujeron a la creación del Colegio Politécnico de La Laguna (R. D. 1927-septiembre-21).

Este Colegio pretende organizar estudios de Capataces de Minas y de Ingreso en la Escuela de Ingenieros de Minas. El Ministro de Fomento dispone sean pasados los proyectos a informes por el Claustro de la Escuela de Madrid.

Las dos propuestas dan lugar a diversidad de opiniones, todas ampliamente discutidas y se llega a los siguientes acuerdos (1928-abril-20): Respeto a la petición para establecer los estudios de capataz, cuyo plano era una adaptación del de estudios de la Escuela de Mieres, el acuerdo fue: dar un carácter práctico a las enseñanzas, adaptar el Reglamento y programa de Mieres al caso de La Laguna, con su dependencia de la Escuela de Madrid, y que el título alcanzado sea el de "Perito en Hidrología subterránea y Alumbramiento de aguas".

Los estudios de ingreso en la Escuela de Ingenieros, todos están conformes en su implantación pero con la condición de efectuar el examen de ingreso en la Escuela de Madrid, como los procedentes de otros centros de enseñanza.

## X-11. MANRESA

Cuando trabajábamos en la zona minera de la Cuenca del Cardoner (1931-1933), vimos la enorme falta de Facultativos de Minas, desplazándose sus actividades profesionales a otros titulados. Varias veces cambiamos impresiones con Ingenieros del Distrito Minero de Barcelona y con los destinados en las empresas, sobre la necesidad de crear una Escuela en Cataluña y la buena situación de Manresa, como de acceso más fácil desde las diversas cuencas mineras.

En aquellos momentos de continuos conflictos sindicales e intranquilidades sociales, establecimos contactos con la Generalitat, donde expusimos esta idea. En principio fue bien acogida la promoción de la Escuela y por su Delegación de Cultura se vio la posibilidad de su inmediata creación en Manresa, en locales oficiales destinados a otros fines docentes. No insistimos más sobre este asunto por dejar nuestras actividades profesionales en aquella zona.

Finalizada la Guerra Civil y puesta en plena actividad las diversas zonas mineras de Cataluña, un grupo de empresas mineras de Barcelona, solicitó del Ministerio de Educación Nacional con los antecedentes de la primitiva idea, la creación de una Escuela de Capataces Facultativos de Minas y Fábricas Metalúrgicas en Manresa. En la pe-

tición constaba documentalmente que el Ayuntamiento de Manresa aportaría el local; las empresas y la Diputación Provincial, aportaría una subvención para su sostenimiento. El planteamiento era el clásico: necesidad del centro y demostración de que su sostenimiento era suplido por las entidades interesadas, sin aportación económica por el Estado. El Claustro de la Escuela de Madrid informa favorablemente la petición (1942-noviembre-19) y la Escuela es creada (O. M. 1942-octubre-27).

El Reglamento de la Escuela es aprobado (O. M. 1943-enero-30), con la denominación de "Escuela de Capataces Facultativos de Minas y Fábricas Metalúrgicas", como local le asignan el del Instituto de Enseñanza Media. La carrera consta de cuatro cursos, siendo lectivas las tarde del sábado y mañanas del domingo y prácticas, superados los cuatro cursos, como mínimo, durante seis meses en minas o fábricas metalúrgicas, con presentación de la correspondiente memoria ante el tribunal designado. Dado el carácter práctico de estas enseñanzas, los alumnos tienen la obligación de ser obreros de minas, fábricas o talleres minero-metalúrgicos.

## X-12. LEON

Una zona minera importante, con demanda elevada de Capataces de Minas, es la provincia de León, con muchas industrias mineralúrgicas, en pleno florecimiento.

El proceso creativo de las escuelas de minas, se repite otra vez. Solicitud al Ministerio de Educación Nacional, necesidad del Centro docente, relación de entidades dispuestas a efectuar aportaciones económicas, como subvenciones o como donativos.

Demostrada la necesidad de la Escuela y no ser gravosa para el Estado, su consecución se ha logrado (O. M. 1943-diciembre-20), su plan de estudios y su reglamento son aprobados por el Ministerio de Educación Nacional (O. M. 1944-enero-26).

## X-13. DISPOSICIONES GENERALES

Muchas disposiciones referentes a las antiguas carreras de "capataces" o de "facultativos", tienen carácter general y afectan a las diversas escuelas, por ello, las reunimos en este subcapítulo.

La primera petición común (1905-enero-12) fue planteada ante el Claustro de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, por ser las de Capataces escuelas subordinadas, y consistía en el cambio del nombre de Escuelas de Capataces, así como la unificación de las diversas escuelas, siendo contrario el informe (1905-febrero-1) del Claustro de Profesores, aunque el tema de la unificación de escuelas ya había sido tema tratado anteriormente (1877-marzo-15). Esta petición fue reiterada (1910-junio-30) por el Presidente de la Asociación de Capataces de Minas; por último, como consecuencia de un tercer intento, se dis-

pone (R. O. 1914-noviembre-30) la denominación de las escuelas, en lo sucesivo, de "Ayudantes Facultativos de Minas y Fábricas Metalúrgicas".

En diversas ocasiones salieron pensionados al extranjero, por el "Patronato de Pensiones en el Extranjero de Ingenieros y obreros", creado (R. O. 1910-mayo-27), varios alumnos y graduados de las Escuelas de Mieres y de Linares. Los Subdirectores de todas las Escuelas solicitan puedan ir sus alumnos al extranjero pensionados, se establezca el número de plazas y sus remuneraciones dentro del cupo de 80 fijado para los obreros manuales. El asunto es estudiado detenidamente por el Claustro (1918-marzo-15) y prospera la opinión de Gullón de dejarlo pendiente por tratarse este tema en un momento poco oportuno por la Guerra Europea.

Prospera la idea de unificación de las Escuelas, lográndose una disposición Real (R. D. 1921-julio-2), donde se establecen normas a este fin.

Se celebran dos reuniones del Claustro de Profesores de la Escuela de Ingenieros (1922-mayo-11-octubre-3), proponiendo establecer como condiciones fundamentales para los alumnos: ser obrero minero o metalúrgico antes de comenzar los estudios, ser obreros técnicos, durante los estudios, dado que al eliminarlo, convertirían al elemento ejecutor en elemento director; dar una formación cultural y práctica necesaria para la exacta inteligencia e interpretación de las órdenes recibidas del ingeniero. Tres cursos de carrera, con un número mínimo de lecciones por disciplina. En el estudio destaca la intervención de González Llana, de que limitar los alumnos a la condición de obreros, representa privar a personas de la clase media más modesta, la posibilidad de lograr una titulación, además de los innumerables casos donde se apreció lo perjudicial de la exclusividad.

Queda derogada la R. O. de 1914 y establecida la antigua denominación de Capataces Facultativos de Minas y Fábricas Metalúrgicas (R. D. 1925-julio-17). Anteriormente se dictó otra disposición (R. D. 1925-abril-20) sobre reglamento y planes de estudio de las Escuelas de Ayudantes, de Maestros, de Fundidores y de Maquinistas y otra sobre unificación de títulos (R. D. 1930-noviembre-13).

Subordinadas a la enseñanza de Capataces, había en sus escuelas o en sus filiales, enseñanzas de nivel análogo o inferior. Reiteradamente están insistiendo Maffei y Lasala, en la necesidad de establecer escuelas de fundidores o crearlas como enseñanzas filiales de las de capataces. Logrado el ambiente favorable, presentan una propuesta (1869-octubre-1) sobre creación de las escuelas de fundidores y dar entrada a esta actividad, en los Reglamentos de las Escuelas de Almadén y de Asturias.

Las Escuelas de Facultativos, son sometidas al primer paso para su desvinculación y pérdida de su tradición; el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes dispone (O. M. 1932-marzo-10) pasen a depender de dicho Departamento ministerial. Estas escuelas, como consecuencia de una propuesta de Naranjo (1857-marzo-10) cuando era

Director de la Escuela de Madrid, de que las actuales escuelas de capataces (1857) y las que en lo sucesivo se establezcan, se organizarán como escuelas subordinadas, para una mejor unidad de acción de las subalternas, tenían como Director al de Madrid y todos sus asuntos, después de tratados por sus respectivos Claustros, pasaban a deliberación del de la Escuela Especial.

Muchas veces las lecturas de las disposiciones legales nos indujeron a pensar en las distracciones o falta de orden, por parte de los legisladores, sin dejar de reconocer su competencia. De la lectura detenida del Art. 39 de la Ley (1849-abril-11) que dio existencia legal a las "Escuelas prácticas en Almadén y en Asturias para los Ingenieros, Maestros y Capataces de Minas", no se tratará al mencionar Ingenieros como comentó Maffei, de "una confusión de las prácticas que hacen los primeros con las de los segundos, que eran por su naturaleza muy diferentes".

En la célebre Ley Moyano de Instrucción Pública (1857-septiembre-9), olvida entre las enseñanzas profesionales mencionadas a los Capataces de Minas, pero los incluye en la tarifa de derechos de títulos, al establecer 60 reales por los derechos de expedición del de Capataz de las Escuelas de Almadén y de Asturias.

El primer Reglamento de la Escuela de Ingenieros de Minas que estableció la unidad de enseñanza en todos sus grados (1859-septiembre-21), regula en su capítulo VIII.º, la dependencia de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, cuyo Director será el jefe inmediato de las mismas, de todas las Escuelas de Capataces establecidas o que se estableciesen en lo sucesivo. Esta disposición y las sucesivas reiteraciones, motivaron la presentación a los Gobiernos, en diversas circunstancias políticas de todas tendencias, proyectos de reforma y mejora de las antiguamente denominadas escuelas prácticas, en el sentido de su mayor extensión peninsular, así como de ampliación de los conocimientos profesados a todas las actividades propias de las diversas clases de trabajos mineros, metalúrgicos y mineralúrgicos. Reiteradas fueron las propuestas de dotación completa a su profesorado, con el fin de lograr una dedicación exclusiva a la enseñanza, en lugar de estar subordinados a otros destinos considerados erróneamente principales, como los distritos mineros, minas del Estado, etc.

En la última disposición sobre plantillas del profesorado de estas Escuelas (O. M. 1940-septiembre-13) figuran dotadas las de Almadén, Bémez, Bilbao, Cartagena, Huelva, Linares y Mieres, las cuales se habían establecido por R. D. (1930-noviembre-13).

Con titulados de estas Escuelas se han conseguido un considerable avance en la minería y sus industrias derivadas e, incluso, para muchas actividades que, en apariencia, no les están ligadas; se busca a los Facultativos de Minas.

En la esfera oficial fue muy fructífera la actuación de estos titulados, siempre se consideró un acierto la creación del "Cuerpo de Celadores de Minas", según el artículo 16 del Reglamento de Policía Minera (R. S. 1897-julio-16), con su Reglamento propio (R. D. 1904-enero-22), pos-

teriormente actualizado (R. D. 1917-enero-27), cuya misión era ayudar y colaborar con los Ingenieros de Minas en cuanto disponen los reglamentos de policía minera. Esta colaboración fue continuada por el "Cuerpo de Ayudantes de Minas", con intensos y laboriosos servicios prestados en los desaparecidos Distritos Mineros, en el Instituto Geológico y Minero y en los Servicios Centrales de la Administración. Esta titularidad, también fue indispensable para el ingreso en el "Cuerpo de Ensayadores" del Ministerio de Hacienda, donde tanto el ensayador mayor como los demás ensayadores, dejaron en un lugar muy alto la formación técnica y laboriosidad de nuestros "Capataces de Minas".

Durante la existencia activa de estas Escuelas (1841-1957) concurrió la juventud con entusiasmo a seguir una carrera corta, donde halló un porvenir que aseguró su subsistencia e, incluso en algunos casos, sus profesionales hicieron considerables fortunas como empresarios en los campos de la minería y de la mineralurgia, y en general, todos contribuyeron con su instrucción y entusiasmo al engrandecimiento de los elementos de riqueza de nuestra Patria.

#### XI. LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA EN ESPAÑA (1957-1967)

Objeto de este capítulo es la enseñanza de la minería desde la promulgación de la Ley de Ordenación. Como se trata de notas históricas y son acontecimientos recientes, los mencionaremos brevemente, hasta 1967, con la omisión del último decenio, siguiendo criterios de los organismos superiores de historia de las ciencias.

##### XI-1. LA ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE MADRID

Costumbre de nuestro extraordinario Jefe de Estado (1939-1975) era la de informarse continuamente sobre los diversos problemas, en los que debía tomar decisiones, lo pudimos comprobar una vez más, con ocasión de la última audiencia a que nos citó (1975-septiembre-17) como Ingeniero Decano del Cuerpo de Minas, pocos días antes de su hospitalización premonstrada de su óbito. Durante más de treinta minutos, en su despacho, sentados uno frente al otro, con sus manos apoyadas en los brazos del sillón y su mirada fija, salvo el parpadeo típico de los últimos meses de vida, nos sometió a un examen exhaustivo y acertado sobre problemas profesionales. No obstante, recibía con frecuencia informaciones fuera de la realidad, por algunas de las personas que le asesoraban, base de algunos comentarios sobre los ingenieros, a quienes siempre elogiaba. En una charla de sobremesa (1955-octubre-25) dijo: "En todos los aspectos hoy valen más, porque saben más y estudian muchísimo más que en otras épocas. Ya se van amoldando a que las promociones sean cada vez mayores, y para conseguir esto hubo que amenazar a los Directores de las Escuelas. Cuando se vayan cubriendo

las plantillas en cada especialidad se irá rebajando el número de plazas." Afirmación inexacta, según las conversaciones mantenidas varias veces con el Director Wenceslao del Castillo y Gómez, quien nos insistía en el descenso natural del nivel de los ingenieros, coincidente con el aumento del número de alumnos por año.

Resuelta una de las huelgas de Asturias, comentaba el Jefe del Estado refiriéndose a los Ingenieros de Minas (1958-marzo-29), que "tenían poco contacto con los mineros y no compartían con ellos sus fatigas", manifestaciones procedentes de una información errónea entre la misión del Facultativo o Ingeniero Práctico, desde la creación de la segunda Escuela de Almadén (R. D. 1835-abril-23) y la del Ingeniero Superior, con función directora. Este error procede en parte, de que tanto la Administración como muchas empresas, tienen en sus plantillas más Ingenieros Superiores que Ingenieros Prácticos, titulados necesario de incrementar considerablemente en número y nivel en casi todas las especialidades de ingeniería por su escasez, mientras es erróneo aumentar considerablemente el número de Ingenieros Superiores de formación mucho más cara y larga en tiempo, para situarse una vez titulados en situaciones de infraempleo.

Una de sus acertadas lamentaciones con motivo de dicha huelga era: "Los paniaguados de las empresas, siempre están colocados en sitios burocráticos, sin soportar las penalidades del minero y cobrando tanto o más que él. Todo eso tiene que terminar, pues de esos abusos viene el descontento y estos conflictos afectan muy hondamente a la economía nacional." Este comentario me recuerda cuando pedí como oficial de Ingenieros Militares ir voluntario a la 8.ª Compañía de Minadores de la Ciudad Universitaria (1938), me lo concedieron y me dijo el de Mayoría, "qué suerte tienes, disfrutarás de un plus diario de 1,50 pesetas por ir a fuerzas de choque"; tuve que contestarle: "pídelo si eres valiente y te lo conceden, en lugar de estar aquí de oficinista". Este ambiente del decenio de los cincuenta, promovido intencionadamente por quienes consideraban a los ingenieros como una clase privilegiada, facilitó la salida triunfante en las Cortes de la Ley que regula su enseñanza, con inmediatos y graves perjuicios a la economía nacional.

El establecimiento de enseñanzas mineras y metalúrgicas, sin contar con la Escuela Especial de Ingenieros de Minas y sin su dependencia directa ni informe previo, puede promocionarse, según el criterio del Ministerio de Educación, en virtud de las actuales disposiciones sobre enseñanza media y profesional (Ley 1949-julio-16).

El primer centro creado lo fue en Amurrio (Alava) (Orden 1952-octubre-23) donde se estableció, de acuerdo con las disposiciones vigentes (D. 1952-marzo-28), un centro privado de enseñanza media y profesional de modalidad industrial y minera, dependiente de la respectiva Corporación municipal. La Corporación solicitó la conversión del centro privado en estatal y le fue concedido (O. 1954-julio-2).

Pronto cunde el ejemplo y se van solicitando la creación de diversos centros de este tipo; el segundo que lo solicita es el Ayuntamiento de Cazorla (Jaén), donde queda creada (O. 1954-julio-2) la correspondiente escuela.

Los estudios a nivel medio e inferior realizados en los diversos centros coordinados por la Escuela de Ingenieros de Minas, fueron un modelo de formación profesional, pero siempre hay innovadores, cuyas ideas son meras actualizaciones de las disposiciones existentes, e incluso simples reiteraciones, tal ocurre con la Ley de formación profesional e industrial (Ley 1955-julio-20), donde se distinguen tres períodos de formación: Preaprendizaje, Aprendizaje y Maestría. Tanto en centros estatales como no oficiales, con el fin de dar la adecuada preparación al trabajador cualificado en las diversas actividades.

La esperada Ley sobre la Ordenación de las Enseñanzas Técnicas, es sancionada por el Jefe del Estado (1957-julio-20) justo a los cien años de haber firmado Isabel II la conocida por Ley Moyano (1857-septiembre-9).

Planteada la parte relacionada con la Ingeniería, con principios poco sólidos, por desconocimiento de sus problemas y circunstancias entre ellos por el Ministro de Educación Nacional y su equipo, no resultan sorprendentes los razonamientos de algunos puntos, como lo es el primer párrafo del preámbulo: "Un amplio programa de industrialización y una adecuada ordenación económica y social ... exigen para su realización el concurso de aquel número de técnicos dotados de sólida formación profesional que el ejercicio de la moderna tecnología requiere. ello obliga a revisar la organización y los métodos de enseñanza con el fin de lograr que un número mayor de técnicos pueda incorporarse en plazo breve a sus puestos de trabajo, para rendir el máximo esfuerzo para el bien común". En el momento de promulgarse esta Ley, no era posible bajar más el nivel de los alumnos de la Escuela de Minas, después de la aplicación de los decretos sobre número mínimo de aspirantes admitidos (1952-julio-4 y 1955-mayo-13).

En el párrafo segundo reconocen que tanto las Escuelas de Ingenieros como las de Facultativos, "han desarrollado una labor meritoria desde su creación".

Una de las aspiraciones de la Ley es organizar el conjunto de las enseñanzas técnicas en un sistema coordinado y dinámico, distribuido en especialidades y grados, enlazado con el saber universitario y con la enseñanza laboral.

Establece la Ley los dos grados clásicos de minas, las Escuelas Técnicas de Grado medio de nuestros prestigiosos Facultativos de Minas y Fábricas Metalúrgicas y las Escuelas Técnicas Superiores de los Antiguos Ingenieros, por ello las primeras tienen carácter eminentemente práctico, como ya se dispuso desde tiempos de Fernando VII, y las segundas su tradicional base científica extensa y sólida, con la innovación, debida al mayor desarrollo alcanzado por la moderna tecnología, de introducir una especialización precisa y completa para el pleno ejercicio profesional. Establecen como novedad, a nuestro juicio



errónea, la creación del grado de Doctor en Ingeniería, nivel reconocido a todos los ingenieros por la centenaria Ley ahora derogada.

Todas las Escuelas pasan a depender del Ministerio de Educación Nacional con una denominación y organización sujetas a la norma común.

Los criterios de ingreso tan permutados durante casi dos siglos, por cursos selectivos o por exámenes de ingreso, pasan ahora de éstos a dos cursos, con la posibilidad establecida anteriormente para su concurrencia de cuantos tengan superada la enseñanza media o cualquiera equivalente.

Carece de toda novedad el establecimiento de las enseñanzas como oficial o libre, así como el párrafo siguiente: "Se introduce una modalidad nueva de enseñanza, mediante la cual, la implantación de horarios y régimen adecuado harán compatible el estudio en las Escuelas Técnicas con el trabajo en empresas o servicios". Lástima que el Ministro y sus colaboradores en la promoción de esta Ley no hubiesen tenido un asesor sobre la enseñanza en las Escuelas de Minas, para evitarles dar como novedad lo que se venía haciendo desde 1777.

La Escuela de Minas, siempre con criterio amplio de convalidaciones, nunca practicó un sistema tradicional de entidad aislada, estuvo abierta para la convalidación de las materias cursadas en otros centros con igual o superior nivel.

La creación de la prevista "Junta de Enseñanza Técnica", para el estrecho enlace entre todas las Escuelas, es una medida acertada, así como que las cátedras de las Escuelas Técnicas sean puestas al alcance de los titulados universitarios, por ser injusta la disposición anterior, de que los ingenieros y arquitectos pudiesen opositar a las de Universidad, sin establecimiento de reciprocidad, para los doctores en ciencias que desearan opositar a cátedras de las escuelas de ingenieros.

La lectura del preámbulo parece olvidar los múltiples cursos de información y perfeccionamiento impartidos por la Escuela de Minas, que ahora se pretende establecer.

¿Pensaron los promotores de esta Ley los recursos económicos tan imponentes imprescindibles para su realización práctica, los cuadros de profesorado y los medios materiales que la formación técnica moderna exige? ¿Pensaron, también, en el número de puestos donde se deberían colocar tantos técnicos superiores, por ser injusto proporcionar a un titulado superior un empleo de nivel inferior? Esto es fomentar el subempleo.

Como es natural, no se pueden lesionar derechos adquiridos y por ello la disposición transitoria tercera establece que los alumnos que al promulgarse esta Ley cursen sus estudios, obtendrán, al final de los mismos, el título correspondiente, "concediéndoseles, además, los de ingreso directo, sin oposición, en los Cuerpos del Estado a los de aquellas especialidades que tuvieran reconocido dicho derecho". En este artículo nada se concede, es un mero reconocimiento del derecho adquirido, pues existe

múltiple jurisprudencia que, desde el ingreso en la Escuela como alumno oficial, se quedaba ligado al Cuerpo correspondiente. En caso de cualquier dificultad administrativa, se hubiese ganado el correspondiente recurso.

Sorprendió que las enseñanzas laborales en su modalidad minera o metalúrgica, estuviesen totalmente desligadas de la Escuela de Ingenieros de Minas, criterio rectificado (O. 1958-enero-31), con la incorporación de un profesor de la Escuela al Consejo Técnico de las Universidades Laborales.

Urge la puesta en vigor de la Ley de Ordenación de Enseñanzas Técnicas, el Ministerio dispone que la Escuela prepare los programas de los cursos selectivo y de iniciación, cumplimentada la Orden, son aprobados por la Junta de Profesores (1958-mayo-21) y elevados a la superioridad.

Integrados todos los profesores de las Escuelas de Ingenieros en un Cuerpo y existiendo muchas vacantes en el mismo, establecen (O. 1958-julio-10) el Reglamento de Oposiciones para ingreso en los Cuerpos de Catedráticos de las Escuelas Técnicas.

Siempre es una noticia triste para la Escuela el fallecimiento de alguno de sus miembros, aunque estén jubilados. Ahora se trata de José Fernández Ramos (Castuera, 1877-Madrid, 1957), quien durante más de cincuenta años formó parte de su personal, primero en la fundación Gómez-Pardo como preparador y, durante treinta años, como ayudante de prácticas en las asignaturas de Química general y Química analítica. Cuantas veces cuando nos entregaban un problema de Química analítica le preguntábamos: Don José, ¿qué elementos posu en el problema? Nos contestaba con alguna orientación sobre la marcha analítica a seguir, pero nunca reveló ni remotamente los nombres de los elementos contenidos.

Se consigue el ingreso en la OECE (1958-enero-10), en el Fondo monetario internacional EMI (1958-mayo-18), en el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento B.I.R.F. y pocos días después es sancionada por el Jefe del Estado (1958-julio-17) la Ley de Procedimiento Administrativo.

Quedan regulados los trámites para la obtención del Grado de Doctor (O. 1958-junio-3) por los Arquitectos e Ingenieros, que habían obtenido el título profesional de acuerdo con la Ley Moyano, disposición poco acertada y dados los escasos expedientes promovidos, se dispone la prórroga del período concedido (O. 1958-mayo-11), aunque en el preámbulo se sostiene lo contrario, "teniendo en cuenta el número considerable de peticiones recibidas".

La necesidad de una actualización de la legislación sobre hidrocarburos, quedó subsanada con la Ley sobre régimen jurídico de la investigación y explotación de hidrocarburos (1958-diciembre-26) y su Reglamento (D. 1959-junio-12)

La puesta en práctica de la Ley de ordenación de las enseñanzas técnicas, no es conducida, a juicio de los alumnos de la Escuela y de muchos ingenieros, por los caminos más idóneos. Esta circunstancia motivó varios incidentes durante el curso 1958-59, acentuadas últimamente

con la inasistencia de los alumnos a las clases, desde el 6 de febrero. Fue convocada la Junta de Profesores (1959-febrero-27), después de haberse impuesto a los alumnos la sanción de pérdida de la matrícula por parte de la Autoridad Ministerial. Expuesto por el profesorado a los alumnos, que la falta colectiva a las clases puede originar perjuicios de mucha entidad, no sólo a los mismos alumnos sino también a la profesión. éstos reanudaron su asistencia y abonaron una segunda matrícula.

La Dirección General da unas normas (1959-marzo-21) a las cuales deben ajustarse las enseñanzas que se vayan implantando de acuerdo con la Ley. Por el Ministerio se prepara el correspondiente Reglamento de las Escuelas Técnicas de Grado Superior (O. 1959-septiembre-29), con la enorme ventaja de su unificación para todas las Escuelas, siendo aprobado definitivamente (O. 1962-marzo-7). De acuerdo con este Reglamento, se autoriza a las Escuelas el establecimiento bajo su dependencia de Institutos Técnicos y Laboratorios especiales (O. 1962-junio-15).

Las Especialidades establecidas para minas fueron (Orden 1962-noviembre-10): A) Combustibles y Energía. B) Laboreo y Explosivos. C) Mineralurgia y Metalurgia. D) Geología y Prospección y Geofísica. ratificada (D. 1967-enero-19).

España se desprende definitivamente de las últimas escuelas de la postguerra. A partir de 1959 fueron creciendo de forma extraordinaria las inversiones de capital extranjero, alcanzando en algunos años el 7 por 100 de la total formación bruta del capital.

A pesar del incremento de las promociones de titulados de Escuelas de ingenieros y universidades, no hay paro, tanto por el creciente ascenso de la economía, con mayor número de entidades industriales y mayor tecnificación de las existentes, así como por el incremento de la burocracia del Estado y corporaciones locales.

Se implantó el subsidio de paro (ley 1969-noviembre-26) y promulgó el decreto Ley de la "Nueva Ordenación Económica" (1959-julio-21) con dos objetivos; sentar las bases para un desarrollo económico equilibrado e iniciar una integración con otras economías. Aparecieron dificultades en industrias difíciles como la minería del carbón y una disminución de las remuneraciones complementarias del salario base, como; horas extraordinarias, pluses.

Ingresa España en el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares CERN (1960-diciembre-9).

La emigración laboral tuvo un papel importante en la economía desde 1957, contribuyendo fundamentalmente en la operación estabilizadora 1959-1961, evitó el paro y aumentó la entrada de divisas. A partir de este año, se lograron importantes mejoras económicas, favoreciendo la adquisición de viviendas, electrodomésticos, motorización.

En la primavera de 1962, se inician huelgas en la minería del carbón de Asturias, extendidas a otras zonas y actividades industriales, promoviendo una generalización de las reivindicaciones laborales.

Designado Ministro de Educación (1962-julio-10) Lora Tamayo, tuvo el desacierto de dar paso a una amplia mareta de promociones estudiantiles en la enseñanza superior, por carecer de un plan meditado y adecuado, lo que dio lugar al paro y a una infrautilización de los titulados superiores e incluso de titulados de grado medio en algunas profesiones.

Se creó el Programa de Promoción Obrera, de máxima eficacia para paliar el agudo problema de la falta de promoción profesional. Con cursillos intensivos de seis meses se implantó unas enseñanzas aceleradas, muy necesarias pero por falta de planificación, algunos no encontraron colocación adecuada.

El período 1962-68 fue la época de la llegada de promociones mucho más numerosas, los acostumbrados nuevos planes de enseñanza (62-70) escaso profesorado con descenso en el nivel del alumnado, relaciones difíciles de actividades entre titulados del mismo y diferente nivel, salidas profesionales dificultosas y confusas.

Entre las disposiciones de interés para la ingeniería, debemos consignar la Ley de ordenación bancaria (1962-abril-14) y la Ley de Cogestión, donde se da entrada a los productores en los Consejos de Administración (1962-julio-21).

Puede considerarse como centenaria la ordenación de la función pública, iniciada con el célebre decreto de Bravo Murillo (1852-junio-18), quedando en parte inaplicadas muchas de las disposiciones complementarias Desbordadas las previsiones por las circunstancias actuales, es necesaria una renovación total, con la preparación de un texto nuevo, y una amplia reforma tanto en el aspecto orgánico como funcional. La modernización de las estructuras y de las actuaciones, halla su culminación en el perfeccionamiento del régimen aplicable a los funcionarios públicos, elemento humano colaborador de la gran empresa estatal, tanto más eficaz, cuanto mayor sea la calidad de quienes le sirven y más acertado el régimen de personal que se establezca. Base fundamental es la adecuada selección, formación, estímulo y régimen establecido para el personal. Un programa ambicioso se pretende lograr con la Ley de Bases de Funcionarios Civiles (L. 1963-julio-20) y su texto articulado (D. 1964-febrero-7).

Cualquier observador imparcial debe reconocer esta Ley como de un enorme avance democrático, salvo en el Cuerpo Diplomático y en la Administración de Justicia, desaparecen las categorías administrativas y los escalafones, siendo sustituidos por relaciones ordenadas de personal. Todos los cuerpos, sean profesores de Escuelas de Ingeniería, o sean auxiliares administrativos, se rigen por las mismas normas. Esta disposición de unificación de criterios, sucede a la de reorganización del Ministerio de Industria (D. 1962-noviembre-10) donde se reajustaron varias Direcciones Generales e inició una serie de acoplamientos administrativos de los organismos desempeñados por el Cuerpo de Minas.

La función directiva de las Escuelas Técnicas Superio-

res (O. 1963-marzo-23) queda sometida a una adecuada rotación análoga a los cargos de mando universitarios, al establecer que el cargo de Director de la Escuela sea renovable cada tres años, con posibilidad de reelección.

Nueva reorganización es la experimentada por el consejo de Minería, quedan otra vez separadas las funciones inspectoras y consultivas (D. 1963-octubre-10), se le da la denominación de Consejo Superior de Minería y Metalurgia y asigna una de las plazas de Consejero nato al Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. La función inspectora se acopla en el Servicio de Inspección y Coordinación del Ministerio de Industria (D. 1964-marzo-26).

Dictan una disposición general de reordenación de las enseñanzas técnicas (Ley 1964-abril-26), sin haber dado tiempo a experimentar la de 1957, con la perturbación consiguiente para el profesorado y los alumnos.

Son varios los titulados superiores extranjeros con la pretensión de alcanzar en las Escuelas Técnicas Superiores de España el "Diploma de Doctor", lo cual queda regulado (O. 1964-junio-2).

Como en la Ley estaba prevista la existencia de un Patronato en cada una de las Escuelas Superiores y Medias, se dispone su creación y regula su constitución (O. D. 1965-octubre-21). Con fines de coordinación y atención a los intereses académicos comunes, se dispuso (D. 1966-febrero-2) la agrupación de las Escuelas Técnicas Superiores en Institutos Politécnicos Superiores, aprobándose el Reglamento del de Madrid (O. 1966-julio-28).

Iniciados por las diversas Escuelas algunos expedientes de concesión de Grado de Doctor "Honoris Causa" y estando próximas a finalizar varias tesis doctorales, se dictan las disposiciones reguladoras de ambos ceremoniales de investidura (O. 1967-noviembre-30) y establece el correspondiente traje académico, compuesto de toga, muceta y birrete, con el color marrón como distintivo de los ingenieros y arquitectos, fijándose como color propio de las Escuelas Superiores de Minas, para las insignias doctorales, como placa y medalla, el color rojo.

Por la reorganización fundamental del Ministerio de Industria (D. 1967-noviembre-27); queda suprimido el Consejo Superior de Minería y Metalurgia, organismo propuesto por Angulo (R. O. 1789-noviembre-15) como "Consejo de Minas", al que erróneamente se le asigna en la disposición como antigüedad (1908-enero-3) con olvido de las destacadas figuras que pasaron por este organismo desde su creación como "Junta de Dirección de la Minería" (1828-julio-4) a 1908. Con los tres Consejos, de Minas, Industria y Naval, se organiza el Consejo Superior del Ministerio de Industria. Por la misma disposición desaparecen los Distritos Mineros, continuadores de las inspecciones de Minas, establecidas en 1825. Se agrupan provincialmente todos los servicios provinciales con la denominación de Delegación Provincial del Ministerio de Industria.

Todas estas reorganizaciones arrastran la actualización

de los reglamentos de los Cuerpos de Ingenieros del Ministerio de Industria, la antigua Jefatura del cuerpo correspondía al Rey, ahora lo es al Subsecretario del Ministerio de Industria (D. 1973-noviembre-16) la representación del Cuerpo la ostentaba el Presidente del Consejo de Minería, generalmente número uno del escalafón; ahora corresponde al Ingeniero Decano, electivo por el Ministro, entre los ingenieros situados en el primer tercio de su relación numérica, hasta la fecha, esta honrosa distinción honorífica sólo la ostentaron los ingenieros Cantos Figuerola y López de Azcona.

La jerarquización del reglamento derogado era análoga desde la creación del Cuerpo por Fernando VII, siendo la establecida en el artículo 62 del (R. D. 1905-enero-21). "Los Ingenieros de inferior categoría guardarán siempre consideración a los de las superiores, y entre los de igual categoría se tendrá la debida deferencia al más antiguo en la misma". Prueba de esta jerarquización era la costumbre de denominar D. Fulano y tratar de V. a todo Ingeniero más antiguo, con quien no se hubiese coincidido en la Escuela durante las épocas de alumnos de ambos. Llegó el momento en que los destinos denominados de confianza, que son una proporción elevada y las más interesantes, son de libre designación, pesando en muchos casos más la amistad, que el valer de los candidatos; su aptitud, o el interés del buen servicio en los puestos para los que fueron designados.

Se promueve el primer plan de desarrollo (1964-67) e inician (1964) los polos de promoción y de desarrollo industrial, los primeros como promotores y los segundos como consolidación del desarrollo industrial.

La ley orgánica del Estado publicada (1966-noviembre-22) es sometida a referéndum (1966-diciembre-14) y publicada como aprobada al año siguiente (1967-enero-10).

Finalizado el primer plan de desarrollo, con éxito, pero menor que el esperado, queda planeado el segundo (1968-1971), concediéndose la independencia de Guinea y de nuestras islas de sus inmediaciones (1968-octubre-12). Es necesario promover la continuidad de la Jefatura del Estado, por ello Franco designa a Juan Carlos de Borbón como sucesor a título de Rey (1969-julio-22). En el libro blanco para la educación en España (1969-abril), se aprecian entre los problemas fundamentales, el mantenimiento de una organización educacional anacrónica, como la ley Moyano, aunque todavía con muchos conceptos buenos, compartimientos aislados entre los sistemas educativos de la enseñanza técnica superior y media difícil movilidad entre especialidades y falta de formación de titulados para mantener a punto sus conocimientos profesionales, base de las ideas que ultimarían con la Ley de José Luis Villar Palasí (1970-agosto-4) denominada Ley general de Educación y de financiamiento de la reforma educativa.

Coincidieron estos trámites con la retrocesión de nuestra Provincia de Ifni a Marruecos (1969-enero-4).

Se funda la Empresa nacional minera del Sahara (1969), la que según los cálculos de sus ingenieros, tenía unas re-

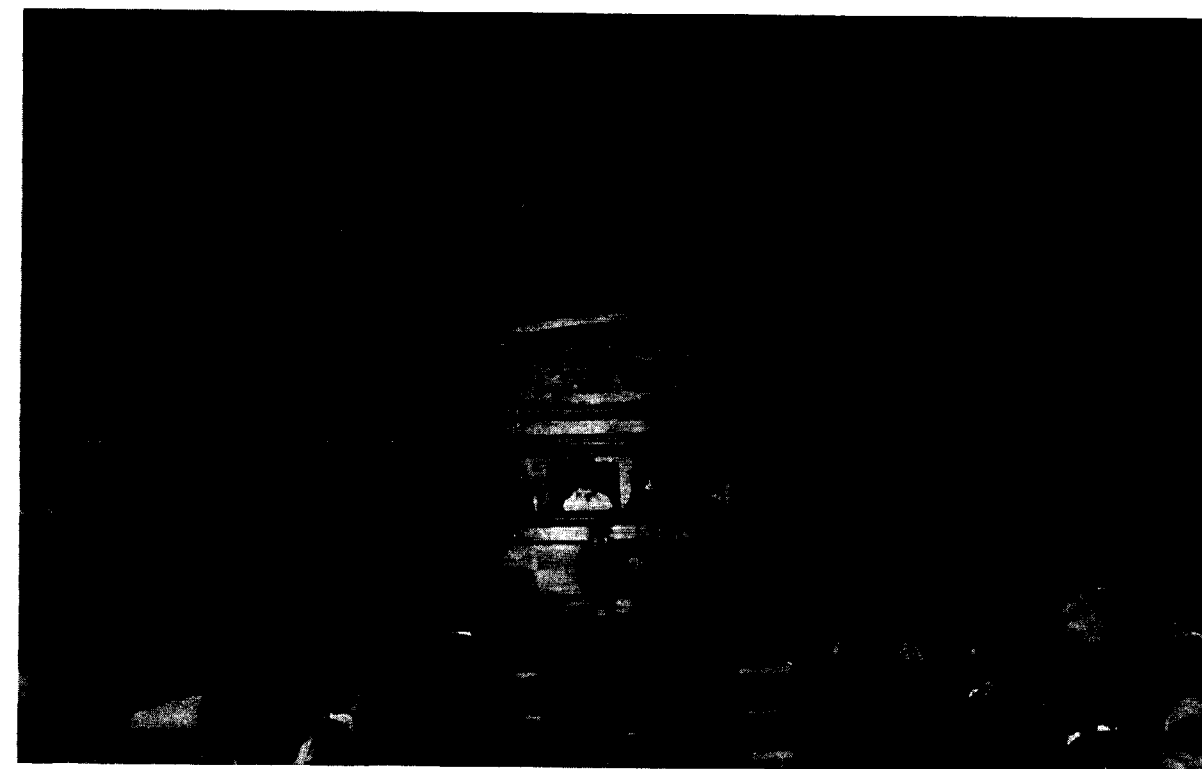
servas de 2.000 millones de toneladas de  $P_2O_5$ , entrando en explotación en 1972.

Programado el tercer plan de desarrollo (1972-1975), coincide su período con el alza en el precio de los crudos petrolíferos (1973-octubre-20), acto inicial de una crisis aguda mundial y por ello de reducidos efectos prácticos de nuestro tercer plan de desarrollo.

Efeméride destacable para nuestras reservas de fosfatos, fue la cesión de nuestra Provincia del Sahara a Marruecos

#### XI-2. ESCUELA DE OVIEDO

Sostenida por el Ministerio de Educación Nacional la necesidad de promover otra Escuela de Ingenieros de Minas, después de considerar la estrecha relación que debe tener un Centro de esta clase con el sector de la producción al que afecta, las importantes colaboraciones económicas ofrecidas por las correspondientes Corporaciones, que permiten anticipar su puesta en funcionamiento, fue considerada en Consejo de Ministros (1959-junio-26) su



Acto solemne de entrega de Diplomas de fin de carrera en la Escuela Técnica Superior de Madrid.

y Mauritania (1975-noviembre-14) y desde el punto de vista político, el asesinato de Carrero Blanco (1973-diciembre-20).

Cuando fallece en una clínica de la Seguridad Social de Madrid, el Jefe del Estado (1975-noviembre-20), el número de trabajadores de todas las categorías era cercano a los cuatro millones, al iniciar la reconstrucción de España (1939) era inferior a los dos millones, en este momento se aprecia la iniciación de una época con incremento del desempleo.

Durante este período hubo tres directores de la Escuela:

Wenceslao Castillo y Gómez (1954-1959).

Pedro Arsuaga y Dabán (1959-1961).

Marcelo Jorissen y Breacke (1961-1968).

creación en Oviedo, aprobándose esta propuesta del Ministro (D. 1959-julio-16). El curso de iniciación quedó implantado en el año académico 1960-61 (O. 1960-agosto-4).

Las especialidades establecidas inicialmente en la Escuela de Oviedo fueron: Laboreo y Explosivos, y Geología y Prospección Geológica (O. 1962-noviembre-10), ampliadas a Combustibles y Energía, y Mineralogía y Metalurgia (O. 1965-junio-30).

La primera promoción finalizó sus estudios en diciembre de 1967.

Se le dio a la Escuela un importante impulso con el plan asistencial del Fondo Especial de las Naciones Unidas (1965-junio-30) renovándose el proyecto (1965-octubre-20) con cinco años de duración.

servas de 2.000 millones de toneladas de  $P_2O_5$ , entrando en explotación en 1972.

Programado el tercer plan de desarrollo (1972-1975), coincide su período con el alza en el precio de los crudos petrolíferos (1973-octubre-20), acto inicial de una crisis aguda mundial y por ello de reducidos efectos prácticos de nuestro tercer plan de desarrollo.

Efeméride destacable para nuestras reservas de fosfatos, fue la cesión de nuestra Provincia del Sahara a Marruecos

#### XI-2. ESCUELA DE OVIEDO

Sostenida por el Ministerio de Educación Nacional la necesidad de promover otra Escuela de Ingenieros de Minas, después de considerar la estrecha relación que debe tener un Centro de esta clase con el sector de la producción al que afecta, las importantes colaboraciones económicas ofrecidas por las correspondientes Corporaciones, que permiten anticipar su puesta en funcionamiento, fue considerada en Consejo de Ministros (1959-junio-26) su



Acto solemne de entrega de Diplomas de fin de carrera en la Escuela Técnica Superior de Madrid.

y Mauritania (1975-noviembre-14) y desde el punto de vista político, el asesinato de Carrero Blanco (1973-diciembre-20).

Cuando fallece en una clínica de la Seguridad Social de Madrid, el Jefe del Estado (1975-noviembre-20), el número de trabajadores de todas las categorías era cercano a los cuatro millones, al iniciar la reconstrucción de España (1939) era inferior a los dos millones, en este momento se aprecia la iniciación de una época con incremento del desempleo.

Durante este período hubo tres directores de la Escuela:

Wenceslao Castillo y Gómez (1954-1959).

Pedro Arsuaga y Dabán (1959-1961).

Marcelo Jorissen y Breacke (1961-1968).

creación en Oviedo, aprobándose esta propuesta del Ministro (D. 1959-julio-16). El curso de iniciación quedó implantado en el año académico 1960-61 (O. 1960-agosto-4).

Las especialidades establecidas inicialmente en la Escuela de Oviedo fueron: Laboreo y Explosivos, y Geología y Prospección Geológica (O. 1962-noviembre-10), ampliadas a Combustibles y Energía, y Mineralogía y Metalurgia (O. 1965-junio-30).

La primera promoción finalizó sus estudios en diciembre de 1967.

Se le dio a la Escuela un importante impulso con el plan asistencial del Fondo Especial de las Naciones Unidas (1965-junio-30) renovándose el proyecto (1965-octubre-20) con cinco años de duración.

El Director de la Escuela durante este período fue Marcelo Jorissen Breacke (1961-1968).

### XI-3. LAS ESCUELAS TÉCNICAS DE GRADO MEDIO

Por la Ley de Ordenación fueron transformadas las prestigiosas Escuelas de Capataces, en Escuelas de Peritos, con diversas especialidades, reguladas por la correspondiente disposición oficial (D. 1961-noviembre-16): 1) Minería, 2) Metalurgia y Siderurgia, 3) Mineralurgia, 4) Instalaciones eléctricas en minas y fábricas, 5) Combustibles y explosivos. Queda dispuesto que a estos técnicos de grado medio se les denomine "Ingenieros Técnico" (D. 1965-agosto-14) y las facultades de cada especialidad, después de reorganizadas, son las siguientes: la de Instalaciones de Combustibles y Explosivos estará especializada en el montaje, revisión y mantenimiento de las fábricas de combustibles y explosivos, así como en la selección y utilización de los últimos. La de Explotación de Minas, especializada en los trabajos interiores y exteriores de la explotación de minas. La de Instalaciones Electromecánicas Mineras, especializada en el montaje, revisión y mantenimiento de las instalaciones mecánicas y eléctricas. La de Sondeos y Prospecciones Mineras, especializada en las operaciones de sondeos y en los trabajos de prospección minera. La de Fábricas Siderometalúrgicas y Mineralúrgicas especializada en el montaje, revisión y mantenimiento de las instalaciones en las fábricas siderometalúrgicas y mineralúrgicas.

Para dar esta formación se establece el oportuno Plan de Estudios (O. 1965-agosto-24), implantándose las enseñanzas de las diversas especialidades con carácter provisional

(O. 1965-septiembre-14), elevadas posteriormente a definitivas (O. 1965-noviembre-24).

En cumplimiento a la Ley de Enseñanzas Técnicas (1957 julio-20), se dispuso (O. 1962-junio-20) que las Escuelas de Facultativos de Minas de Almadén, Bilbao, Huelva, León, Linares, Manresa, Mieres y Torrelavega, sean transformadas en Escuelas de Peritos de Minas y Fábricas Mineralúrgicas y Metalúrgicas. Posteriormente (O. 1963-julio-15) las de Cartagena y Torrelavega y, por último, la de Bélmez (O. 1964-julio-16).

La disposición anterior, obligó a un acoplamiento del profesorado y cambio de la situación del mismo, regulado todo por la oportuna orden ministerial (O. 1963-junio-14).

Como aplicación a las Escuelas Técnicas de Peritos de Minas de las normas de carácter general del Reglamento de las de Grado Medio, se dispone (O. 1964-junio-15), quedan desvinculadas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.

La tradición de nuestras Escuelas de Capataces, como la de Huelva, cuya conveniencia de creación fue informada favorablemente por Gómez Pardo (1834-agosto-22), desaparece como tal, al implantar en dicha capital la Enseñanza Industrial (D. 1967-julio-22), denominando al nuevo Organismo "Escuela de Ingeniería Técnica Industrial y Minera".

Con la Ley se consiguió aumentar el número de estos Ingenieros Técnicos, tan necesarios, y elevar su nivel científico y técnico al pasar en general de dos días lectivos por semana, sábados y domingos, a cinco, pero se perdió aquello que consideraba fundamental Elhúyar (1825), su reclutamiento entre quienes trabajaban en la mina, lavadero u horno, por eso los denominaba "ingenieros prácticos", criterio iniciado en Almadén (R. O. 1841-febrero-23).

## Noticias

### CONTAMINACION

#### LA CORRIENTE DEL GOLFO COMO DIVISORIA DE LA CONTAMINACION CON PETROLEO

Parece que la parte septentrional del Atlántico Norte está mucho menos contaminada de petróleo que las zonas marinas situadas más al Sur. Este es uno de los resultados provisionales del proyecto experimental internacional de cuatro años en la Conferencia del Medio Ambiente, celebrada por las Naciones Unidas en Estocolmo en 1972. Entre los métodos utilizados a este respecto figuró la observación visual del petróleo que flotaba en la superficie del mar, por buques mercantes, pesqueros, barcos-faro y buques océano-gráficos. Según dichas observaciones, toda la parte central del Atlántico Norte revela una contaminación petrolera que cabe calificar de escasa, al Norte de la Corriente del Golfo no se encontró ningún resto de petróleo flotante. Ello sorprende por ser la desintegración natural del petróleo en dichas zonas marinas, más lenta que en las cálidas, debido a las bajas temperaturas del agua. No cabe excluir la posibilidad de que a causa de las mayores velocidades del viento registradas en esta zona y del mayor oleaje, las manchas de petróleo se desgarran y separen tan rápida y radicalmente que no sea posible determinar poco tiempo después la cantidad inicial de petróleo que contaminaba esas zonas marítimas.

#### UNA ESPONJA CONTRA LAS "MAREAS NEGRAS"

El laboratorio de plásticos de la BASF (Ludwigshafen) se concentra actualmente en el desarrollo de una esponja que absorba el petróleo solamente. Los ensayos se realizan con plásticos espuma del tipo poliuretano. Dicho plástico es en principio apto para separar las mezclas de agua y petróleo y podría convertirse muy bien en una eficaz arma contra la contaminación del mar y otras superficies acuáticas. El petróleo es retenido por los poros del plástico espuma, mientras que el agua limpia fluye a través de ellos, independientemente de que se trate de una "marea negra" en alta mar, de la polución petrolífera de las aguas de un río o del agua subterránea.

### ENERGIA

#### EL BIOGAS

Los científicos parten de la base de que la calidad y la cantidad de biogás dependen de la modalidad de alimentación y de la clase del ganado. Lo que ya se sabe con seguridad es que la mayor cantidad de gas la producen los cerdos.

Ya se dispone de experiencias concretas sobre la producción de biogás en un establo de vacas. Los investigadores energéticos consideran muy prometedoras las "fábricas" privadas de gas en las granjas agrícolas, desde que los agricultores han implantado el sistema de desestercolización por flotación, porque ahorra trabajo. El estiércol se hace llegar por flotación a un pozo, en el que por exclusión del aire se produce biogás, una mezcla de metano combustible y anhídrico carbónico. Estudios científicos han demostrado que una instalación de biogás puede trabajar rentablemente con 80 vacas.

#### CALOR A DISTANCIA DESDE UNA ACERIA

Entre las numerosas fuentes de energía residual destaca sobre todo una por su especial interés: las modernas acerías de soplado, en las que el arrabio es liberado del exceso de carbono mediante el insuflado de oxígeno. De esta manera se producen grandes cantidades de óxido de carbono quemados simplemente a la salida de una chimenea de altura grande, pues su reutilización resultaría demasiado cara.

Una central de agua caliente la va a constituir la planta siderúrgica Krupp, Hüttemwerke con una garantía de suministro de veinte años. La instalación necesaria para la producción de agua caliente, que costará unos 25 millones de marcos, comprende un sistema de absorción del gas en la planta siderúrgica, de un gasómetro, de una caldera de vapor calentada con gas y dotada de intercambiadores de calor, así como de las conducciones necesarias para el transporte del gas y del agua caliente al barrio donde se utilice.

Un domo, que cubre el convertidor con una capacidad

de 300 toneladas de arrabio, se encarga de que el gas expulsado a temperaturas máximas de 1.700 grados Celsius no se mezcle prácticamente con el aire atmosférico. El contenido en monóxido de carbono puede ascender a más del 90 por 100. El gas—más de 100 metros cúbicos por segundo—se refrigera y pasa por una instalación desempolvadora desde donde va a parar a un gasómetro que, con una capacidad de 50.000 metros cúbicos, cumple con la misión de tampón para garantizar un abastecimiento regular de la instalación de calor a distancia, ya que el proceso de soplado, que dura unos diecisiete minutos, no tiene lugar más que cada cuarenta y cinco.

El potencial de energía residual de origen industrial es considerable, hasta el punto de que la planta abastecedora de Duisburgo tendrá casi una potencia de 60 megavatios. El calor no necesario durante los meses de verano será adquirido por la planta siderúrgica, punto éste de gran importancia para la rentabilidad total del proyecto.

## MATERIAS PRIMAS

### LOCALIZACION DE MATERIAS PRIMAS CON RADAR

Con la ayuda de la radarización desde el aire se ha explorado por vez primera y con toda exactitud la mayor zona de selva virgen de la Tierra: la cuenca del Amazonas, que con sus 4,5 millones de kilómetros cuadrados abarca más de la mitad del territorio brasileño y ha estado considerada durante largo tiempo como "la mayor reserva desconocida" de materias primas naturales. Sobre la base de las imágenes de radar, que reproducen según la intensidad de los rayos emitidos desde un avión y reflejados por la tierra, estructuras en relieve de la superficie terrestre, ha podido comprobarse, que la conocida región casiterítica de Rondônia, se extiende presumiblemente hasta el Sur del Estado de Pará. Ello equivale a multiplicar casi por diez la superficie que contiene o puede contener casiterita. El roquedo casiterítico que se aprecia claramente en las imágenes de radar y que aflora en la superficie terrestre, es decir, granitos con determinadas formas de meteorización, contiene además posiblemente toda una serie de otros metales de gran valor, como titanio, cesio, niobio, tántalo, estaño, cobre, torio y uranio, como se ha puesto de

manifiesto por los análisis de muestras de las rocas. Las imágenes de radar han suministrado asimismo numerosas referencias a yacimientos de manganeso, hierro y bauxita. Debido a que los rayos de radar atraviesan la neblina de la pluvisilva tropical, la niebla más espesa y la mayor parte de los tipos de manto vegetal, se ha conseguido por vez primera cartografiar todo el sistema fluvial del Amazonas, cubierto por árboles que alcanzan alturas de 60 metros. De esta manera ha sido posible trazar en los mapas correspondientes el curso correcto de varios ríos brasileños.

### BUSQUEDA DE MINERALES DESDE EL AIRE

Científicos del Instituto Regional de Geología del Estado federado alemán de Baden-Wurtemberg han descubierto, desde un avión y con la ayuda de un magnetómetro, un yacimiento de un mineral en la parte meridional de la Selva Negra, al descubrir en el subsuelo una anomalía, cuya forma, volumen y extensión les hace pensar en un yacimiento de carbonatita, con la posibilidad de contener tierras raras como cerio, lantano y niobio. Con sondeos de 250 metros se va a explorar ahora el nuevo yacimiento.

### ALGAS PARA LA OBTENCION DE METALES VALIOSOS Y ACTUACION COMO INDICADORES

En virtud de la aptitud de ciertas algas, como, por ejemplo, la "chlorella", para acumular sobre todo en los núcleos de sus células metales pesados en concentraciones de 100 a 1.000 veces en relación con la alcanzada en su medio ambiente, podrían utilizarse para obtener metales valiosos del agua dulce y salada. Parece particularmente interesante este método que pone en práctica la naturaleza para el enriquecimiento del uranio en el agua del mar, en la que existen cantidades ingentes de compuestos de uranio, si bien distribuidos en porciones mínimas. Variedades menos resistentes a los metales pesados como la "euglena", por ejemplo, con la centésima parte de sensibilidad al cinc, al cadmio y el mercurio que la "chlorella", podrían utilizarse como bioindicadores adecuados de la contaminación de las aguas a base de metales pesados.

## Información legislativa

### PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA     | MINISTERIO                      | ASUNTO  |
|----------------------|--------|-----------|---------------------------------|---|
| 53                   | 5530   | 2-III-79  | OP. y U.                        | <i>Aprovechamientos de aguas.</i> —Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas por la que se hace pública la concesión otorgada a "Eutextín, S. A.", de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Llobregat, en término municipal de Olesa de Montserrat (Barcelona) con destino a usos industriales. |
| 53                   | 5536   | 2-III-79  | I. y E.                         | <i>Fomento de la Minería. Subvenciones.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se convoca concurso para acogerse a las subvenciones de capital previstas en la Ley de Fomento de la Minería.   |
| 56                   | 5795   | 6-III-79  | I. y E.                         | <i>Permisos de investigación.</i> —Real Decreto 393/1979, de 2 de febrero, por el que se quedan sin efecto diez permisos de investigación de hidrocarburos.   |
| 56                   | 5795   | 6-III-79  | I. y E.                         | CORRECCION DE ERRORES DEL REAL DECRETO 2681/1-78, de 25 de agosto, de otorgamiento de cuatro permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona A.   |
| 57                   | 5836   | 7-III-79  | P. <sup>a</sup> G. <sup>o</sup> | <i>Comisión Permanente de Armas y Explosivos.</i> —Orden de 23 de enero de 1979 por la que pasa a depender del Ministerio del Interior la Comisión Permanente de Armas y Explosivos.  |
| 59                   | 6060   | 9-III-79  | P. <sup>a</sup> G. <sup>o</sup> | <i>Planes concertados de investigación.</i> Orden de 20 de febrero de 1979 por la que se convoca la presentación de solicitudes de Planes concertados de investigación.   |
| 64                   | 6470   | 15-III-79 | I. y E.                         | <i>Aguas minero-industriales.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Navarra por la que se hace pública la declaración de minero-industrial de las aguas del manantial que se cita.   |
| 64                   | 6570   | 15-III-79 | I. y E.                         | <i>Instituto Geológico y Minero. Reglamento.</i> —Real Decreto 450/1979, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico del Instituto Geológico y Minero de España.   |
| 64                   | 6470   | 15-III-79 | I. y E.                         | <i>Aguas minero-industriales.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Navarra por la que se hace pública la declaración de minero-industrial de las aguas del manantial que se cita.   |
| 64                   | 6570   | 15-III-79 | I. y E.                         | <i>Instituto Geológico y Minero. Reglamento.</i> —Real Decreto 450/1979, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico del Instituto Geológico y Minero de España.   |

| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA     | MINISTERIO | A S U N T O  |
|----------------------|--------|-----------|------------|--|
| 64                   | 6505   | 15-III-79 | I. y E.    | <i>Permisos de investigación.</i> —Orden de 16 de febrero de 1979 por la que se aprueba el contrato de cesión entre "Unión Texas España Inc", "Philips Petroleum Company Spain, S. A.", y "B.P. Petroleum Development of Spain, S. A.", en el permiso de investigación "Mar Cantábrico H".   |
| 66                   | 6722   | 17-III-79 | I. y E.    | <i>Permisos de investigación.</i> —Real Decreto 498/1979, de 2 de febrero, sobre otorgamiento a la "Empresa Nacional de Investigación y Explotación de Petróleos, S. A." (ENIEPSA), de un permiso de investigación de hidrocarburos situado en la zona C, subzona A.   |
| 66                   | 6722   | 17-III-79 | I. y E.    | REAL DECRETO 499/1979, de 2 de febrero, de otorgamiento de seis permisos de investigación de hidrocarburos.  |
| 66                   | 6723   | 17-III-79 | I. y E.    | <i>Minerales. Reservas.</i> —Real Decreto 500/1979, de 2 de febrero, por el que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos el área denominada "Zona 51", "Olot" inscripción número 25, comprendida en las provincias de Gerona y Barcelona.   |
| 66                   | 6723   | 17-III-79 | I. y E.    | REAL DECRETO 501/1979, de 2 de febrero, por el que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos el área denominada "Zona 52-Centellas", inscripción número 31, comprendida en las provincias de Barcelona y Gerona.   |
| 66                   | 6724   | 17-III-79 | I. y E.    | REAL DECRETO 502/1979, de 2 de febrero, por el que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos el área denominada "Zona 67-Tarrasa", comprendida en la provincia de Barcelona.   |
| 66                   | 6724   | 17-III-79 | I. y E.    | REAL DECRETO 503/1979, de 2 de febrero, por el que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos el área denominada "Zona 46ª-Calaf", comprendido en las provincias de Barcelona, Lérida y Tarragona.  |
| 66                   | 6725   | 17-III-79 | I. y E.    | REAL DECRETO 504/1979, de 2 de febrero, por el que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos el área denominada "Zona 61-Badajoz", comprendida en las provincias de Badajoz y Cáceres.   |
| 66                   | 6725   | 17-III-79 | I. y E.    | REAL DECRETO 505/1979, de 2 de febrero, por el que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos el área denominada "Zona 57-Duero, Ebro, Tajo", comprendida en las provincias de León, Palencia, Burgos, Alava, Logroño, Navarra, Huesca, Lérida, Barcelona, Gerona, Tarragona, Teruel, Zaragoza, Soria, Guadalajara, Cuenca, Valencia, Toledo, Madrid, Segovia, Avila, Valladolid, Salamanca y Zamora. |
| 69                   | 6923   | 21-III-79 | U.ª G.º    | <i>Planes concertados de investigación.</i> —Corrección de errores de la Orden de 20 de febrero de 1979 por la que se convoca la presentación de solicitudes de Planes concertados de investigación.   |
| 72                   | 7243   | 24-III-79 | I. y E.    | <i>Minerales. Reservas.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace pública la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de recursos de la sección C), en un área de la provincia de Salamanca.  |

| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA     | MINISTERIO | A S U N T O  |
|----------------------|--------|-----------|------------|--|
| 72                   | 7256   | 24-III-79 | I. y E.    | <i>Permisos de investigación.</i> —Corrección de errores de la Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración minera que se citan en la provincia de Zamora.                              |
| 77                   | 7690   | 30-III-79 | I. y E.    | <i>Concesiones de explotación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Oviedo por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita.  |
| 77                   | 7691   | 30-III-79 | I. y E.    | <i>Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Zamora por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.  |
| 79                   | 7871   | 2-IV-79   | I. y E.    | <i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Resolución de la Diputación Provincial de Santander por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita.  |
| 80                   | 7945   | 3-IV-79   | I. y E.    | <i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Salamanca por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita.  |
| 78                   | 7737   | 31-III-79 | I. y E.    | <i>Instituto Geológico y Minero. Reglamento.</i> —Corrección de errores del Real Decreto 450/1979, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico del Instituto Geológico y Minero de España.  |
| 79                   | 7835   | 2-IV-79   | I. y E.    | <i>Minerales. Concesión de explotación.</i> —Resolución de la Diputación Provincial de Santander por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita.  |
| 79                   | 7835   | 2-IV-79   | I. y E.    | <i>Minerales. Reservas.</i> —Real Decreto 689/1979, de 2 de febrero, por el que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos el área denominada "Zona 66ª Santa Coloma de Farnés", comprendida en las provincias de Gerona y Barcelona. |
| 80                   | 7900   | 3-IV-79   | I. y E.    | <i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Salamanca por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita.  |
| 80                   | 7900   | 3-IV-79   | I. y E.    | <i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resoluciones de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración minera que se citan.   |
| 80                   | 7900   | 3-IV-79   | I. y E.    | <i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Orense por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.  |
| 80                   | 7900   | 3-IV-79   | I. y E.    | <i>Minerales. Reservas.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se limitan los recursos a que afecta la inscripción número 54 "Puerto del Rosario", comprendida en la isla de Fuerteventura, de la provincia de Las Palmas.                  |
| 81                   | 7997   | 4-IV-79   | I. y E.    | <i>Minerales. Permisos de Investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de León por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.  |

| "B. O. E."<br>NUMERO | PAGINA | FECHA    | MINISTERIO | A S U N T O  |
|----------------------|--------|----------|------------|--|
| 81                   | 7997   | 4-IV-79  | I. y E.    | RESOLUCION de la Delegación Provincial de Madrid por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.  |
| 82                   | 8092   | 5-IV-79  | I. y E.    | <i>Minerales. Permisos de Investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Madrid por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.  |
| 83                   | 8186   | 6-IV-79  | I. y E.    | <i>Cese.</i> —Real Decreto 715/1979, de 9 de marzo, por el que se dispone el cese como Delegado provincial del Ministerio de Industria y Energía en Pontevedra de don Fernand Carús Moré.  |
| 83                   | 8186   | 6-IV-79  | I. y E.    | REAL DECRETO 716/1979, de marzo, por el que se dispone el cese como Delegado provincial del Ministerio de Industria y Energía en Burgos de don Jesús Gayoso Alvarez.   |
| 83                   | 8186   | 6-IV-79  | I. y E.    | <i>Nombramientos.</i> —Real Decreto 717/1979, de 9 de marzo, por el que se dispone el nombramiento como Delegado provincial del Ministerio de Industria y Energía en Pontevedra de don Jesús Gayoso Alvarez.                             |
| 83                   | 8186   | 6-IV-79  | I. y E.    | REAL DECRETO 718/1979, de 9 de marzo, por el que se dispone el nombramiento como Delegado provincial del Ministerio de Industria y Energía en Burgos de don Pedro Hernández Cruz.  |
| 83                   | 8186   | 6-IV-79  | I. y E.    | REAL DECRETO 719/1979, de 9 de marzo, por el que se dispone el nombramiento como Delegado provincial del Ministerio de Industria y Energía en Jaén de don Enrique Nemesio Borja García.  |
| 84                   | 8281   | 7-IV-79  | I. y E.    | <i>Facultativos, Peritos e Ingenieros Técnicos de Minas. Competencia.</i> —Real Decreto 725/1979, de 20 de febrero, por el que se actualizan las competencias profesionales de los Facultativos, Peritos e Ingenieros Técnicos de Minas. |
| 96                   | 9115   | 21-IV-79 | I. y E.    | <i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Resolución de la Delegación provincial de Almería por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita.                              |
| 96                   | 9115   | 21-IV-79 | I. y E.    | <i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración minera que se cita.                        |
| 96                   | 9115   | 21-IV-79 | I. y E.    | <i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación provincial de Cuenca por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.   |
| 96                   | 9115   | 21-IV-79 | I. y E.    | RESOLUCION de la Delegación provincial de Guadalajara por la que se hace pública la cancelación de la solicitud de la concesión minera directa que se cita.  |
| 96                   | 9115   | 21-IV-79 | I. y E.    | RESOLUCION de la Delegación provincial de Guadalajara por la que se hace pública la cancelación de la solicitud del permiso de investigación minera que se cita.   |
| 96                   | 9115   | 21-IV-79 | I. y E.    | RESOLUCION de la Delegación Provincial de Toledo por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.  |

## Notas bibliográficas

### PALEONTOLOGIA

S. CALZADA BADÍA: *Un yacimiento barremiense en Cameros (Logroño)*. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), 75: 35-38 (1977).

Da a conocer un yacimiento de macrofauna de agua dulce o salobre de Igea (Hoja 280, Cervera del Río Alhama, Logroño) en las Sierras de Cameros con una referencia esquemática a su composición. Expresa las vacilaciones del autor respecto de su exacta atribución cronoes-tratigráfica.

E. BONÉ, C. J. DABRIO, J. MICHAUX, J. A. PEÑA y A. RUIZ BUSTOS: *Stratigraphie et paleontologie du miocene supérieur d'Arenas del Rey, Bassi de Grenade (Andalousie, Espagne)*. Bull. Soc. belge Géologique. T. 87, fas. 2, páginas 87-89 (1978).

Nota inicial de un trabajo en curso sobre la estratigrafía y la historia sedimentológica de la región de Arenas del Rey (Cuenca de Granada), base de un estudio detenido paleontológico de vertebrados, principalmente roedores.

Después de unas consideraciones estratigráficas, describen someramente los materiales de la región, su paleogeografía y su paleontología, para entrar a fondo en los roedores de Arenas del Rey, donde dedica subcapítulos especiales a la fauna de los mamíferos pequeños, a la edad y a la secuencia estratigráfica.

SIXTO FERNÁNDEZ LÓPEZ: *Nuevo datos estratigráficos sobre el Bajociense inferior en Moscardón (Teruel)*. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), 75: 45-56 (1977).

Describe detalladamente los materiales del bajociense inferior. Los sedimentos alenienses no se presentan o lo son sumamente condensados; a continuación de esta interrupción sedimentaria existen otras de menor amplitud. Analiza y comenta la sucesión faunística obtenida. El autor considera de interés estas observaciones por contribuir al conocimiento de un período de tiempo determinado raras veces en la Cordillera Ibérica.

M. TERESA FERNÁNDEZ MARRÓN: *Los hongos epifilios del terciario español. Yacimiento de Sant Pere dels Arquells (Cervera, Lérida)*. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), 75: 57-64 (1977).

Describe cuatro hongos parásitos encontrados sobre hojas de dicotiledóneas terciarias del yacimiento de Sant Pere dels Arquells.

La conservación perfecta de los hongos permitió determinar su relación con las hojas actuales parasitizadas, e identificar en algunos de ellos, estadios diferentes de su desarrollo.

MARÍA BLANCA RUIZ ZAPATA: *Análisis polínico de un perfil de la turbera de aldea (Tarragona)*. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), 75: 107-113 (1977).

Este trabajo previo de su tesis doctoral, presenta los resultados obtenidos en el estudio palinológico de un perfil del Delta del Ebro, los cuales reflejan el desarrollo de la vegetación en la zona considerada durante el período subatlántico.

MARÍA SAN MIGUEL ARRIBAS: *Contribución al estudio de los Discoasteroides*. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), 75: 115-165 (1977).

Describe 34 especies del género Discoaster y dos del género Discoasteroides, procedentes del mioceno de Jaén. Incluye el grado de preservación ante la diagénesis, así como los mimetismos que aparecen por dicho proceso entre algunas especies del género Discoaster o entre éstas y las caras basales del género Fasciculithus.

### AGUAS SUBTERRANEAS

JOSÉ CANTOS FIGUEROLA y SÁEZ DE CARLOS: *Técnicas geofísicas en Hidrogeología*. Indus. Minera, núm. 183, páginas 5-9, mayo 1978.

Da cuenta en esta conferencia de apertura del Seminario Internacional de Técnicas Geofísicas en Hidrogeología, de la situación actual de las diversas técnicas. Considera los métodos sísmicos, gravimétricos, magnéticos, resistividades eléctricas, las diversas técnicas de testificación de sondeos, frecuencia variable, polarización inducida, electromagnético y el magneto telúrico. También menciona las técnicas de sensores remotos y la geobotánica.—L. DE A.

MELCHOR SENENT ALONSO: *La problemática de las aguas subterráneas en España*. Indus. Minera, núm. 183, páginas 11-21, mayo 1978.

Después de una introducción, considera los problemas técnicos, los administrativos, los económicos y los legales.

Las conclusiones establecidas son: Necesidad urgente de una planificación hídrica integrada por las aguas superficiales y subterráneas, donde se tendrán en cuenta además de la relación coste-beneficio, el modo de lograr óptimos rendimientos sociales, la protección a la salud humana, del medio ambiente y la corrección de los desequilibrios regionales.—L. DE A.

CARLOS RUIZ CELAA: *Dimensiones de grava para sondeos en formaciones acuíferas arenosas*. Indus. Minera, número 183, págs 22-23, mayo 1978.

Trata de las dimensiones de los elementos constituyentes del macizo de grava que se debe colocar en un sondeo en formaciones acuíferas no consolidadas, de modo de mantener la mayor superficie libre para el paso del agua, al mismo tiempo que retenga los finos de la formación.

Indica la manera de deducir en cada caso, los diámetros mínimo y máximo de la grava elegida, así como la abertura del filtro a utilizar.—L. DE A.

## CRIADEROS

S. ORDÓÑEZ: *El problema de las bauxitas en España*. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), 75: 97-105 (1977).

Después de una introducción histórica, de considerar el problema del aluminio en España y de la historia de las bauxitas españolas descubiertas hace más de sesenta

años, pasa a sintetizar su distribución geológica y geográfica.

Establece unas consideraciones finales, parte de las cuales ya se habían tenido en cuenta por los autores del Plan Nacional de Minería.

## GEOFISICA

LUIS GONZÁLEZ DE VALLEJO: *Aplicación de la prospección geoelectrica al estudio de una zona volcánica en Tenerife*. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), 75: 65-76 (1977).

Como ejemplo de la aplicación de la prospección geofísica por la técnica eléctrica de resistividades, al estudio de regiones volcánicas, aporta la interpretación geoelectrica realizada en una zona de Tenerife (Islas Canarias).

## CRISTALOGRAFIA

J. L. AMORÓS: *Weiss y los orígenes de la cristalografía clásica*. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), 75: 23-33 (1977).

Analiza el autor los orígenes de la cristalografía clásica y en especial la contribución de Christian Samuel Weiss. A partir de unos ejes cristalinos adecuados, fue posible la formulación realizada por Bernhardt y Weiss de los sistemas cristalinos independientes. Quedó establecido formalmente el estudio de los cristales al descubrirse la ley de intersecciones racionales y se idealizó el cristal al reducirlo a un haz de normales a las caras. También estableció Weiss la notación paramétrica.

# 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



## Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 1.—Primer Curso «ROSO DE LUNA»

Precio, obra completa: 1.500 ptas.

Aparece una nueva colección del Instituto Geológico y Minero de España: TEMAS GEOLOGICO - MINEROS. Su moderna presentación y manejable formato, de 21×14 centímetros, así como la dedicación de su contenido: Congresos, Simposios, Reuniones Científicas, Cursos Monográficos, etcétera, harán, sin duda, que muy pronto esta colección sea una de las más importantes publicaciones del IGME.

Nada mejor y más oportuno para su iniciación que el tema elegido: el primer Curso ROSO DE LUNA dedicado a la investigación y economía de los recursos geológico-mineros, que ha organizado la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción y que se impartió meses pasados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Gómez Pardo y que patrocinaron el Instituto Geológico y Minero de España dentro de la citada Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, el Centro de la Energía de la Dirección General de la Energía, Enadimsa (INI), todos dentro del Ministerio de Industria y Energía, así como las Universidades

Politécnica y Complutense de Madrid del Ministerio de Educación y Ciencias.

En esta primera publicación —Tema 1— se recogen en ocho tomos las conferencias impartidas en dicho curso a lo largo de sus siete áreas, más un tomo de introducción dedicado a las conferencias inaugural y de clausura, incluyéndose también los resúmenes de las conferencias publicadas en las distintas áreas.

Los títulos de los ocho volúmenes son:

Introducción,

Area I. Política y economía de las materias minerales.

Area II. Estudio Metalogénico de Depósitos. Minerales y Técnicas Especiales.

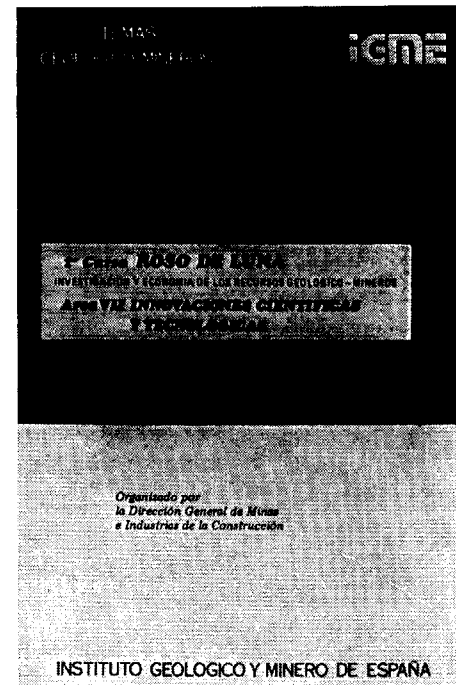
Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros .

Area IV. Desarrollo Minero y Minerológico.

Area V. Aspectos legales.

Area VI. Minería y medio ambiente.

Area VII. Innovaciones Científicas y Tecnológicas.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. MADRID (16)

## Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 2.—Depósitos Minerales de España

Precio 400 ptas.

Como segundo número de la Colección Temas Geológicos - Mineros aparece «Depósitos Minerales de España», que da una visión global y actualizada de las principales minas españolas en explotación.

Una breve descripción de la geología de España, proporciona el marco general en que se distribuye sus depósitos minerales. Estos son descritos según regiones o distritos mineros, cuando se presentan agrupados geográficamente con un origen o génesis común. Cuando esto no es posible, se les agrupa, por lo general, siguiendo un criterio genético.

Una sucinta exposición geológica-metalogénica precede, generalmente, a las características generales de cada uno de los depósitos minerales tales como: morfología, roca de caja, origen o génesis, asociación mineral, reservas, modo de explotación, procesos de concentración, producción, etc.,. Al mismo tiempo, en cada sustancia mineral se incluyen las estadísticas de producciones globales que sirven de punto de referencia para deducir la importancia relativa de cada depósito mineral, respecto al resto de los de la misma sustancia.

A continuación extractamos su contenido:

### 1. INTRODUCCION.

2. LA GEOLOGIA.—Dominio Hercínico: El Macizo Hespérico. Dominios de plataforma y cordilleras de tipo intermedio: Las Depresiones Terciarias de la Meseta, La Cordillera Ibérica, La Cuenca del Ebro, Las Cadenas Costeras Catalanas. Dominio Alpino: La Cordillera Bética, La Cordillera Pirenaica, La Cordillera Vasco Cantábrica. Sistemas de fosas.

3. DEPOSITOS MINERALES. Cobre: Distrito de Santiago de Compostela: Yacimientos tipo Arinteiro y tipo Fornás. Oro. Plomo-Cinc: Distritos de Cartagena, de Linares-La Carolina-Santa Elena, distrito de Santander: Reocín, Aliva. Distrito de Huelva-Sevilla: Minas de Aznalcóllar, de Sotiel, de Río Tinto, de San Telmo, de Lomero-Poyato, María Luisa y Minas de la alineación Vuelta Falsa-El Toro (Paymogo-Huelva) Distrito de Lugo. Plata. Estaño-

Volframio: Minas de Penouta (Orense), de Laza (Orense), de San Finx (La Coruña), de Santa Comba (La Coruña), de Montaneme (La Coruña), Casualidad-Calabor (Zamora), Depósito de Barruecopardo (Salamanca), Mina de Golpejas o mina Bellita (Salamanca), Depósitos de Morille-Martinamor (Salamanca). Depósito de tipo aluvial. Mina «El Cubito» (Salamanca), Mina El Trasmorco (Cáceres), Depósito de tipo aluvial. Mina «Santa María» (Cáceres), Mina «La Parrilla» (Badajoz), Depósitos de Sn. de la Sierra de Cartagena. Bismuto: Distrito de Córdoba. Mercurio. Antimonio: Distrito de Alburquerque-Herrera del Duque. Uranio: Depósitos de Ciudad Rodrigo (Salamanca) y de Don Benito (La Serena, Badajoz). Hierro: Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorrostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Menera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar-Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: MI-

nas del Marquesado y de Alquife. Titanio. Aluminio. Pirritas: Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. Materiales Salinos. Sales Sódicas: Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza). Glauberita-Thénardita. Sales Potásicas: Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Suria, Mina de la Sierra del Perdón. Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas: Mina Guillermín, Mina Alfonso y Coto Elsa. Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas: Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. Arcillas especiales. Caolín.

### 4. AGRADECIMIENTOS.

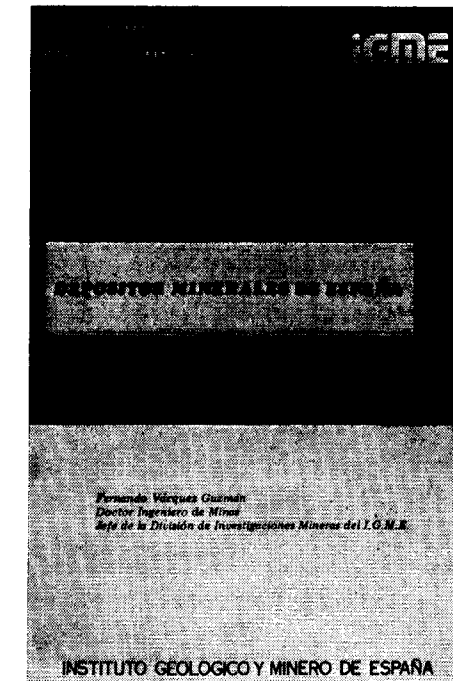
### 5. BIBLIOGRAFIA.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. MADRID (16)



## Colección Temas Geológico - Mineros

### Tema 3.—I Reunión de Mineralogía y Metalogía del hierro

El tercer número de la colección Temas Geológico-Mineros corresponde a la publicación de los resultados obtenidos con motivo de la «I Reunión de Mineralogía y Metalogía del hierro» en la Península Ibérica. Dicha reunión se celebró en Granada en octubre de 1978 y fue organizada por los Departamentos de Cristalografía y Mineralogía de las Universidades de Bilbao y Granada.

El contenido del presente número queda esquematizado como sigue: En primer lugar aparece una breve información relativa a algunas de las investigaciones que actualmente se están llevando a cabo por parte de diversas Instituciones y Empresas Mineras.

Así, en relación con los Sectores N y NW de la Península, se están estudiando:

— Mineralizaciones de hierro de la zona Astur-Leonesa.

— Areniscas oolíticas del Devónico Superior de la zona Cantábrica y arenisca ferruginosa de San Pedro.

— Mineralizaciones de hierro del Río Norte de Portugal.

— Hierros de Bilbao.

— Magnetitas de Eskola-mendi (Lesaca).

— Yacimiento de hematitas de Minas Ley (Vera de Bidasoa).

— Yacimientos filoniosos de Siderita del área Cantábrica.

— Mineralizaciones de hierro Trilásicos en Morete del Jalón.

— Mineralizaciones oolíticas de la provincia de Zaragoza.

#### En el Sector SW:

— Mineralizaciones de skarn Olivenza-Monesterio.

— La reserva de Alanís (Cerro Muriano).

— La reserva SW desde la provincia de Córdoba hasta la frontera de Portugal.

#### En el Sector SE:

— Mineralizaciones de hierro tipo «ocres rojos» en el Trias Subbético.

— Mineralizaciones de hierro en la zona del Marquesado y sectores adyacentes.

— Mineralizaciones de hierro en los Complejos Nevado-Filábrides y Alpujarride de la zona Bética s. str.

— Mineralizaciones de hierro (hematitas) al norte de Orgiva, en el Trias Alpujarride a lo largo del contacto con el Complejo Nevado-Filábride.

— Mineralizaciones de hierro y cobre de carácter filoniano en el sector de Santa Constanza, en micaesquistos del Complejo Nevado-Filábride.

En segundo lugar, y de acuerdo con el índice que a continuación se expresa, aparecen los trabajos que se presentaron en la citada reunión:

1. Algunos aspectos acerca de la génesis de las mineralizaciones de hierro de la comarca del Marquesado del Cenete y sectores adyacentes (Zona Bética, provincia de Granada). Por J. Torres Ruiz, L. Pérez del Villar y P. Fenoll Hach-Alí.

2. Mineralogía y diagénesis de los carbonatos zonados de los yacimientos de hierro de Bilbao. Por: Javier Aróstegui, Jean Paul Fortuné y Francisco Velasco.

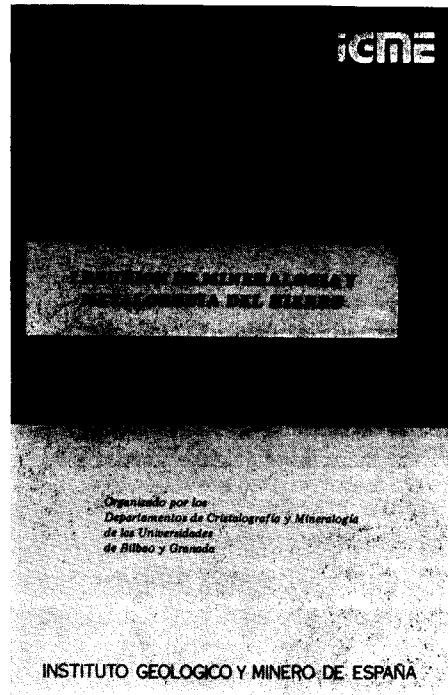
3. Estudio de los yacimientos de hierro de Porcia, Tapla de Casariego (Asturias). Por: C. Fernández del Valle y Carlos J. Fernández.

4. Mineralizaciones de hierro tipo «ocres rojos» en las cercanías de Baena (Córdoba). Por: L. García Rossell, J. Torres Ruiz y P. Fenoll Hach-Alí.

5. Los skarns con magnetita en el entorno del granito de Santa Olalla, Huelva. Por F. Velasco y J. M. Amigó.

6. Metalogía y Geología de las mineralizaciones de hierro oolítico del NW de la Península. Por: R. Lunar Hernández.

7. Mineralogía y Mineralogénesis del yacimiento de hierro de Ojos Negros (Teruel y Guadalajara). Por: C. Fernández-Nieto y F. Arrese Serrano.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7 MADRID (16)

## COLECCION - MEMORIAS

Bajo el nombre de Memorias del Instituto Geológico y Minero de España se viene publicando esta colección desde el año 1854. Son series monográficas sobre temas geológico-mineros. En existencia las siguientes:

Precio ejemplar ordinario, 500 ptas.; extraordinario (\*), 1.000 ptas.

Tomo 26-1913. **Varios**. Criaderos de hierro de España. Volumen I. Murcia.

Tomo 36-1929. **F. Azpeltia Moros**. Monografía de las melanopsis vivientes y fósiles de España.

Tomo 38-1933. **F. Azpeltia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen I.

Tomo 39-1933. **F. Azpeltia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen II.

Tomo 40-1933. **J. García Siférliz**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen I.

Tomo 41-1935. **Varios**. Explicación del nuevo Mapa geológico de España, escala 1:1.000.000 Volumen I. Sistema Cambriano.

Tomo 42-1944. **P. Fallot y A. Marín**. La Cordillera del Rif. Volumen I, II y Atlas.

Tomo 48-1944. **J. García Siférliz**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen III.

Tomo 56-1955. **IGME**. Las nuevas ediciones del Mapa geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955).

Tomo 60-1959. **P. Comte**. Recherches sur les terrains anciens de la Cordillera Cantabrique.

Tomo 61-1960. **J. Oliveros y B. Escandell**, con la colaboración de **G. Colom**. Temas geológicos de Mallorca.

Tomo 62-1961. **Febrei Molinero**. Introducción al estudio de la Petrología estructural.

Tomo 64-1963. **J. M.ª Ríos García**. Materiales salinos del suelo español.

Tomo 65-1964. **L. Saavedra García**. Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona Pirenaica española.

Tomo 66-1965. **R. H. Wagner**. Paleobotanical Dating of Upper Carboniferous Folding Phases in NW. Spain.

Tomo 67-1966. **J. Donat Zopo**. Catálogo Espeleológico de la Provincia de Valencia.

Tomo 69-1968. **P. Chauve**. Etude Géologique du Nord de la Province de Gadix.

Tomo 70-1969. **M. Waterlot**. Contribution a l'étude Géologique du Carbonifère Ante-Stephanien des Pyrénées. Centrales Espagnoles.

Tomo 71-1969. **F. Rambaud Pérez**. El Sinclinal Carbonífero de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas.

Tomo 72-1970. **J. A. Vera**. Estudio geológico de la Zona Subbética en la Transversal de Loja y sectores adyacentes.

Tomo 73-1970. **E. Bouix**. Contribution a l'étude des Formations Ante-Ordoviciennes de la Meseta Meridionale (Ciudad Real et Badajoz).

Tomo 74-1970. **R. Hernando de Luna**. Biografía Geológico-minera de la Provincia de Córdoba.

Tomo 75-1970. **F. Lozte**. El Cámbrico de España.

Tomo 77-1970. **K. Strauss**. Sobre la geología de la pro-

vincia piritífera del suroeste de la Península Ibérica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de pirita de Lousal (Portugal).

Tomo 78 (\*)-1971. **J. Ramírez del Pozo**. Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica).

Tomo 79 (\*)-1971. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la provincia de Gulpúzcoa (cuadros y mapas, escala 1:50.000).

Tomo 80-1971. **L. Vilas Minondo**. El Paleozoico Inferior y Medio de la cordillera cantábrica entre los ríos Porma y Bernesga (León).

Tomo 81 (\*)-1972. **C. Alvarez Fernández, J. E. Coma Guillén, C. Lucena Bonny, J. Porrás Martín, M. A. San José Lancha y N. Quang Trac**. Mapa Hidrogeológico Nacional. Explicación y Mapas de Lluvia útil. Reconocimiento hidrogeológico y Síntesis de los sistemas acuíferos.

Tomo 83 (\*)-1972. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la Provincia de Álava (Cuadros y Mapa, escala 1:50.000).

Tomo 84 (\*)-1972. **F. J. Martínez Gil**. Estudio Hidrogeológico del Bajo Ampurdán (Gerona).

Tomo 85 (\*)-1974. **M. Colchen**. Geología de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño).

Tomo 86-1975. **L. López Ruiz, A. Aparicio y L. García Cacho**. El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama. Sistema Central Español.

Tomo 87.-1975. **M. A. Caballero y J. L. Martín Vivoldi**. Estudio Mineralógico y Genético de la fracción fina del Trias Español.

Tomo 88-1975. **A. Aparicio, J. L. Barrera, J. M.ª Carballo, M. Peinado y J. M.ª Tinad**. Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español.

Tomo 89-1976. **F. Vázquez Guzmán y F. Fernández Pompa**. Contribución al conocimiento Geológico del Suroeste de España.

Tomo 90-1977. **R. Lunar Hernández**. Mineralogénesis de los yacimientos de hierro del Noroeste de la Península.

Tomo 91-1977. **C. F. López Vera**. Hidrogeología regional de la cuenca del Río Jarama en los alrededores de Madrid.

Tomo 92-1978. **Andrés Pérez Estaun**. Estratigrafía y estructura de la rama S. de la Zona Asturoccidental-Leonesa.

Tomo 93-1978. **Jesús García Garzón**. Concentración por extracción orgánica del níquel contenido en disoluciones de Lixiviación de minerales pobres.

Tomo 94-1979. **J. L. Saavedra y V. Gabaldón**. Las facies catalanas y su ámbito paleogeográfico.

Tomo 95 (\*)-1979. **Antonio Pulido Bosch**. Contribución al conocimiento de la Hidrogeología del Prebético Nor-Oriental (Provincias de Valencia y Alicante).

Tomo 96-1979. **Luisa Martínez Chacón**. Branquiópodos carboníferos de la Cordillera Cantábrica.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 02/03/04

# COLECCION-INFORMES

Informes y Proyectos del I G M E. Obras monográficas que recogen los últimos trabajos de investigación realizados por el I G M E

Precio de cada ejemplar, 400 ptas.

## VOLUMENES PUBLICADOS

- Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería).
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Níjar. Tomo I.
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Níjar. Tomo II.
- Coste del Agua Subterránea.
- Estimación de las reservas minerales en Vizcaya.
- Estimación del potencial minero de la Zona de Arcucelos (Orense).
- Reserva «Zona de Huelva»:
  - 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
  - 2 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán.
  - 3 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en las áreas de Ceballos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
  - 4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
  - 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
  - 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
  - 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
  - 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
  - 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
  - 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
  - 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
  - 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
  - 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca de río Segura.
- Prospección a la Batea de minerales aluvionares en la provincia de Cáceres. Área del Valle del Tiétar y Moraleja.
- Fase Previa del proyecto de investigación minera de la Cordillera Ibérica.
- Investigación de Plomo-Cinc en la reserva de la LOMA CHARRA (Soria).
- Investigación de Minerales de Plomo en el Área de Mazarambroz (Toledo). Fase Previa.
- Estudio Previa para la investigación de Bauxita en el Subsector I., Cataluña, Área 3, La LLACUNA (Barcelona y Tarragona).
- Investigación de Minerales de Bauxita, Fuentespalda (Teruel-Tarragona). Fase Previa.
- Investigación minera en el área Argentera-Mola (Tarragona).
- Investigación Minera Submarina en el Subsector «HUELVA I», Golfo de Cádiz.
- Estimación de posibilidades minerales en el Subsector II, Suroeste, Área I. MAZAGON (Huelva). Fase Previa.
- Exploración de Minerales Magnéticos en Sierra Blanca (Málaga).
- Investigación minera en el área Vimbodi-Selva (Tarragona).
- Investigación de lignitos en Melrama (La Coruña).
- Investigación minera en Huelde-laencina (Guadalajara).
- Investigación minera en la zona Silleda-Beariz (Galicia).
- Investigación minera preliminar en la plataforma continental submarina (Málaga-Gibraltar).
- Proyecto: Investigación de estaño-wolframio en la Zona Monterrey-Maceda (Orense).
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Fase previa para la investigación de níquel. Serranía de Ronda, Carratraca ((Málaga).
- Estudio de las posibilidades mineras de los macizos ultrabásicos de Málaga.
- Estudio básico de los yacimientos de estaño tipo Calabor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Aluminio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Antimonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Barita.
- Monografía de Sustancias Minerales. Circonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Espato flúor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Esquistos bituminosos.
- Monografía de Sustancias Minerales. Estaño.
- Monografía de Sustancias Minerales. Litio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Manganeso.
- Monografía de Sustancias Minerales. Niobio y Tántalo.
- Monografía de Sustancias Minerales. Níquel.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sal Gema.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sales Potásicas.
- Monografía de Sustancias Minerales. Titanio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Wolframio.
- Monografía de Rocas Industriales. Asbestos, Talco y Pirofilita.
- Monografía de Rocas Industriales. Arenas y Gravas.
- Monografía de Rocas Industriales. Bauxita y Laterita.
- Monografía de Rocas Industriales. Dunita y Olivino.
- Monografía de Rocas Industriales. Pizarras.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Calcáreas Sedimentarias.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Silicoaluminosas.
- Monografía de Rocas Industriales. Vidrios Volcánicos.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. MADRID (16)

PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

## ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MEMORIA - RESUMEN

Precio del ejemplar: 400 ptas.

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, como organismo dedicado a la investigación, consciente de su responsabilidad y de su dilatada experiencia en el campo de las aguas subterráneas, inició en el año 1970, con carácter urgente, la investigación hidrogeológica del país, bajo el «PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS», encuadrado dentro del «PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA».

Dada la complejidad de los trabajos a realizar y ante la IMPOSIBILIDAD de atender simultáneamente a todo el Territorio Nacional la PLANIFICACION de la Investigación basada en los criterios de:

- Terminar las investigaciones en curso.
- Cuantificar los recursos subterráneos de cada región.
- Conocer los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las grandes áreas con problemas más urgentes eligiéndose entre ellas la provincia de ALMERIA, como una de las regiones de España más deficitaria de agua.

En el período 1971-1975 se han realizado simultáneamente los siguientes proyectos de investigación.

- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL JUCAR.
- Cuenca ALTA del JUCAR Y SEGURA.
- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL GUADIANA.
- Cuenca ALTA Y MEDIA DEL GUADIANA.
- Cuenca SUR-ZONA OCCIDENTAL (Málaga).
- Cuenca SUR-ZONA ORIENTAL (Almería).
- Baleares,

y se terminaron los estudios de la Cuenca del Guadalquivir, iniciándose los estudios de la Cuenca del Duero. Por lo tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente Memoria es un resumen de la inves-

tigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título «ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR-ALMERIA».

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

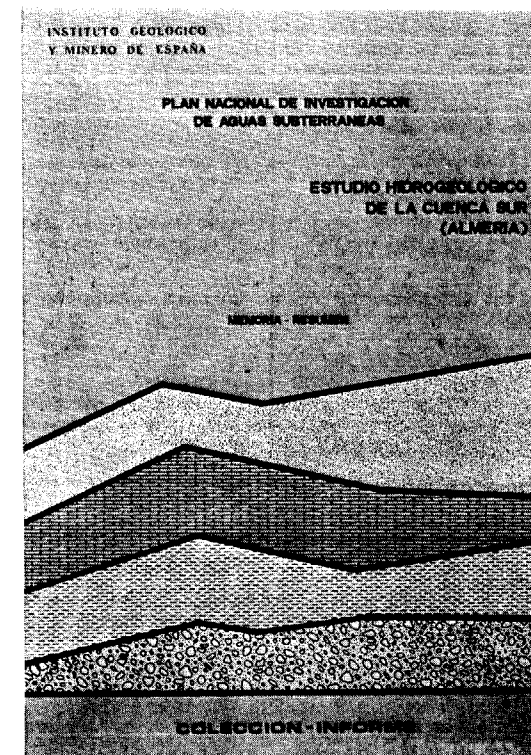
Además de este Informe la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campañas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general y particularmente de

las Entidades o Corporaciones locales de la Provincia de Almería.

Dicho INFORME consta de 11 volúmenes, cuyos títulos son:

### MEMORIA - RESUMEN.

|              |                                |
|--------------|--------------------------------|
| INFORME I    | Marco geográfico y económico.  |
| INFORME II   | Climatología e hidrología.     |
| INFORME III  | Demanda.                       |
| INFORME IV   | Planes hidráulicos.            |
| INFORME V    | Campo de Dalías.               |
| INFORME VI   | Cuenca del Andarax.            |
| INFORME VII  | Cuencas del Almanzora y Antas. |
| INFORME VIII | Cuenca del Aguas.              |
| INFORME IX   | Cuenca del Adra.               |
| INFORME X    | Campo de Níjar.                |

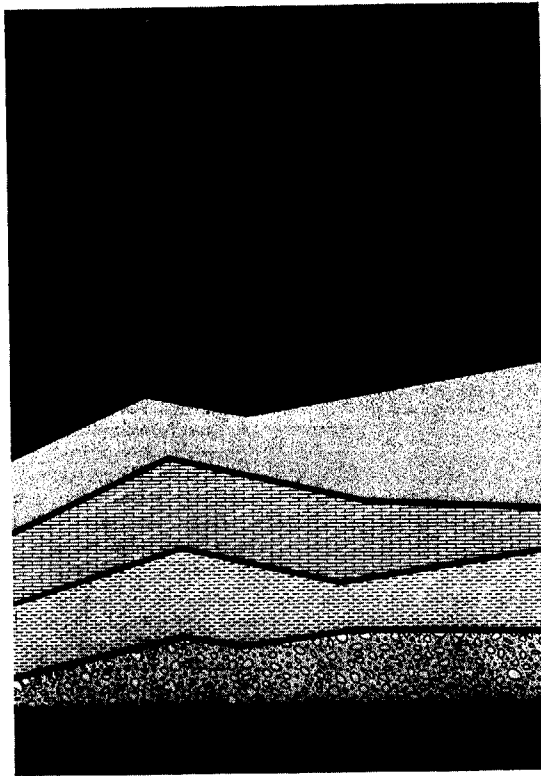


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. MADRID (16)



### RESERVA ZONA HUELVA

- 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castiblanco de los Arroyos.
- 2 - Estudio Geológico y Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán
- 3 - Estudio Geológico y Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
- 4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
- 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
- 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
- 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
- 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
- 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
- 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
- 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
- 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
- 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.

Precio de cada ejemplar, 400 ptas.

### INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

### SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid - 16

### COSTE DEL AGUA SUBTERRANEA

La amplia labor investigadora del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se engloba en el Plan Nacional de Minería programado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, ha obligado a valorar la importancia económica de las aguas subterráneas en nuestro país. A este respecto, la División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E. proyecta la realización de una Cartografía Nacional del Coste del Agua Subterránea, con base en los profundos conocimientos adquiridos en la etapa de investigación llevada a cabo durante el III Plan de Desarrollo.

El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

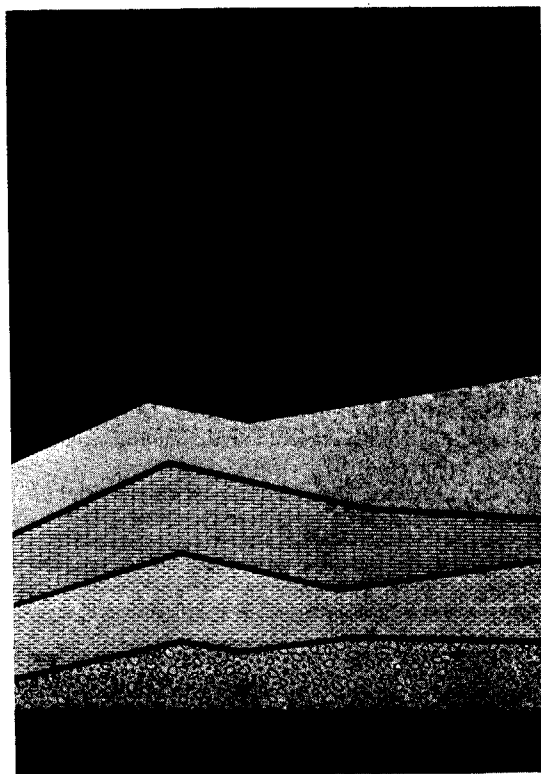
Precio de cada ejemplar, 400 ptas.

### INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

### SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid - 16



## MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000

### 2.ª Serie (proyecto MAGNA)

En existencia las siguientes:

Precio de cada ejemplar: 500 ptas.

- |                                  |                               |                                     |                                    |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Cariffo                       | 142. Aoiz.                    | 607. Tarancón.                      | 908. Santiago de la Espada.        |
| 2. Cillero.                      | 143. Navascués.               | 614. Manzanera.                     | 909. Nerpio.                       |
| 3. San Ciprián.                  | 154. Lalín.                   | 612. Ademuz.                        | 910. Caravaca.                     |
| 6. San Salvador de Serantes.     | 155. Chantada.                | 613. Camarena de la Sierra.         | 911. Cehegín.                      |
| 7. Cedeira.                      | 159. Bembibre.                | 615. Alcora.                        | 912. Mula.                         |
| 8. Vivero.                       | 169. Casalarreina.            | 616. Villafamés.                    | 913. Orihuela.                     |
| 9. Foz.                          | 175. Singües.                 | 617. Faro de Oropesa.               | 914. Guardamar del Segura.         |
| 12. Busto.                       | 187. Orense.                  | 631. Ocaña.                         | 919. Almadón de la Plata.          |
| 13. Avilés.                      | 188. Nogueira de Ramuín.      | 632. Horcajo de Santiago.           | 920. Constantina.                  |
| 14. Gijón.                       | 204. Logroño.                 | 635. Fuentes.                       | 921. Navas de la Concepción.       |
| 15. Lastres.                     | 205. Lodosa.                  | 636. Villar del Humo.               | 922. Santa María de Trassierra.    |
| 21. La Coruña.                   | 207. Sos del Rey Católico.    | 637. Landete.                       | 923. Córdoba.                      |
| 22. Puente deume.                | 225. Ribadavia.               | 637. Alpuente.                      | 924. Bujalance.                    |
| 23. Puentes de García Rodríguez. | 226. Allariz.                 | 639. Jérica.                        | 930. Puebla de Don Fadrique.       |
| 24. Mondoñedo.                   | 236. Astudillo.               | 640. Segorbe.                       | 931. Zarzalla de Ramos.            |
| 27. Tineo.                       | 237. Castrogeriz.             | 641. Castellón de la Plana.         | 932. Coy.                          |
| 28. Grado.                       | 239. Pradoluego.              | 642. Islas Columbretas. Con la 641. | 933. Alcantarilla.                 |
| 29. Oviedo.                      | 240. Ezcaray.                 | 659. Lillo.                         | 934. Murcia.                       |
| 30. Villaviciosa.                | 243. Calahorra.               | 663. Valera de Abajo.               | 935. Torreveja.                    |
| 33. Comillas.                    | 244. Alfaro.                  | 664. Engudanos.                     | 939. Castillo de los Guardas.      |
| 34. Torrelavega.                 | 245. Sádaba.                  | 665. Mira.                          | 940. Castiblanco de los Arroyos.   |
| 35. Santander.                   | 263. Celanova.                | 666. Chelva.                        | 941. Ventas Quemadas.              |
| 36. Castro Urdiales.             | 264. Glinzo de Limia.         | 667. Villar del Arzobispo.          | 942. Palma del Río.                |
| 37. Algorta.                     | 274. Torquemada.              | 668. Sagunto.                       | 943. Posadas.                      |
| 38. Bermeo.                      | 275. Santa María del Campo.   | 669. Moncofar.                      | 944. Espejo.                       |
| 39. Lequeitio.                   | 277. Salas de los Infantes.   | 690. Santa María del Campo Rus.     | 951. Orce.                         |
| 40. Jalzquíbel.                  | 278. Canales de la Sierra.    | 691. Motilla del Palancar.          | 952. Vélez Blanco.                 |
| 41. Irún.                        | 282. Tudela.                  | 692. Campillo de Aftobuey.          | 953. Lorca.                        |
| 47. Villaiba.                    | 300/301. Lovios.              | 693. Utiel.                         | 954. Totana.                       |
| 48. Meira.                       | 302. Baltar.                  | 694. Chullilla.                     | 955. Fuente Alamo de Murcia.       |
| 49. San Martín de Oca.           | 320. Tarazona de Aragón.      | 696. Burjasot.                      | 956. San Javier.                   |
| 51. Belmonte de Miranda.         | 321. Tauste.                  | 719. Venta del Moro.                | 961. Aznalcollar.                  |
| 52. Proza.                       | 329. Pons.                    | 720. Requena.                       | 962. Alcalá del Río.               |
| 53. Mieres.                      | 330. Cardona.                 | 722. Valencia.                      | 963. Lora del Río.                 |
| 57. Cabezón de la Sal.           | 331. Puigregí.                | 740. Villarrobledo.                 | 964. La Campaña                    |
| 59. Villacarniedo.               | 336. Portela d'Home.          | 741. Minaya.                        | 965. Ecija.                        |
| 60. Valmaseda.                   | 351. Olvega.                  | 761. Llanos del Caudillo.           | 973. Chirivel.                     |
| 61. Bilbao.                      | 362. Calaf.                   | 763. Sotúelamos.                    | 975. Puerto Lumbreras.             |
| 62. Durango.                     | 363. Manresa.                 | 767. Carcelén.                      | 976. Mazarrón.                     |
| 63. Eibar.                       | 364. La Garriga.              | 788. El Bonillo.                    | 977. Cartagena.                    |
| 64. San Sebastián.               | 391. Igualada.                | 789. Lezuza.                        | 978. Llano del Beal.               |
| 65. Vera de Bidasoa.             | 392. Sabadell.                | 794. Canals.                        | 983. Sanlúcar la Mayor.            |
| 66. Maya del Baztán.             | 393. Mataró.                  | 796. Gandía.                        | 984. Sevilla.                      |
| 72. Lugo.                        | 394. Calella.                 | 814. Villanueva de la Fuente.       | 986. Fuentes de Andalucía.         |
| 73. Castroverde.                 | 417. Espiuga de Francolí.     | 820. Onteniente.                    | 987. El Rubio.                     |
| 74. Fonsagrada.                  | 419. Villafranca del Panadés. | 821. Alcoy.                         | 997. Agullas.                      |
| 78. Pola de Lena.                | 420. Hospitalet de Llobregat. | 823. Jávea.                         | 997 bis. Cope.                     |
| 83. Reinosa.                     | 446. Valls.                   | 826. Chelva.                        | 999. Huelva.                       |
| 84. Espinosa de los Monteros.    | 447. Villanueva y Geltrú.     | 827. Alconchel.                     | 1.000. Moguer.                     |
| 85. Villasana de Mena.           | 448. Prat de Llobregat.       | 828. Barcarrota.                    | 1.001. Almonte.                    |
| 86. Landaco.                     | 473. Tarragona.               | 831. Zalamea de la Serena.          | 1.002. Dos Hermanas.               |
| 87. Elorrio.                     | 492. Segura de los Baños.     | 832. Montebriño de la Serena.       | 1.003. Utrera.                     |
| 88. Vergara.                     | 493. Oliete.                  | 842. Lletor.                        | 1.004. Marchena.                   |
| 90. Sumbilla.                    | 494. Calanda.                 | 846. Castilla.                      | 1.013. Macael.                     |
| 91. Valcarlos.                   | 495. Castellseras.            | 851. Rabito.                        | 1.014. Vera.                       |
| 91 bis. Mendizázar.              | 510. Marchamalo.              | 852. Villanueva del Fresno.         | 1.015. Garrucha.                   |
| 95. El Pino.                     | 518. Montalbán.               | 853. Burguillos del Cerro.          | 1.016. Los Caños. Con la 999.      |
| 96. Arzún.                       | 519. Aguaviva.                | 856. Maguilla.                      | 1.017. El Abalarío.                |
| 97. Guntín.                      | 520. Peñarroya de Trastavins. | 871. Elda.                          | 1.018. El Rocío.                   |
| 98. Baralla.                     | 545. Morella.                 | 872. Alicante.                      | 1.019. Los Palacios y Villafranca. |
| 108. Las Rozas.                  | 546. Uldecona.                | 884. La Carolina.                   | 1.030. Tabernas.                   |
| 109. Villarcayo.                 | 547. Alcanar.                 | 885. Santisteban del Puerto.        | 1.031. Sorbas.                     |
| 110. Medina de Pomar.            | 570. Albocácer.               | 890. Calasparra.                    | 1.032. Mojácar.                    |
| 111. Orduña.                     | 571. Vinaroz.                 | 906. Fuentes de Andalucía.          | 1.033. Palacio de Doñana.          |
| 112. Vitoria.                    | 571 bis. Con la 571.          | 891. Cieza.                         | 1.034. Lebrija.                    |
| 113. Salvatierra.                | 582. Getafe.                  | 893. Elche.                         | 1.039. Colmenar.                   |
| 115. Gullina.                    | 583. Arganda.                 | 894. Cabo de Santa Pola.            | 1.040. Zafarraya.                  |
| 116. Garralda.                   | 584. Mondéjar.                | 903. Montoro.                       | 1.052. Alora.                      |
| 117. Ochagavía.                  | 593. Cuevas de Vinromá.       | 905. Linares.                       | 1.053-1.067. Málaga-Torremolinos.  |
| 138. Puebla de Arganzuela.       | 594. Alcalá de Chisvert.      | 906. Ubeda.                         | 1.065. Marbella.                   |
| 139. Bulate.                     | 606. Chinchón.                | 907. Villacarrillo.                 | 1.066. Coín.                       |
| 141. Pamplona.                   |                               |                                     | 1.072. Estepona.                   |

### INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

### SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. MADRID (16)

**MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:25.000 (TENERIFE)**  
**2.ª Serie. 1.ª Edición (proyecto MAGNA)**

Precio del ejemplar: 500 ptas.

|                               |   |   |
|-------------------------------|---|---|
| 1.096. II Tejina.             | 1.104-1.105. I-IV Santa Cruz de Tenerife. | 1.118-1.124. II-I Valle de San Lorenzo. |
| 1.096. III Valle Guerra.      |   |   |
| 1.097. III-IV Punta de Anaga. | 1.111 I-IV Guimar.                        | 1.118-1.124. III-IV Los Cristianos.     |
| 1.104. II Barranco Hondo.     | 1.111 III Fasnía.                         | 1.119 III Las Montañas.                 |
| 1.104. III La Orotava.        | 1.118 I Granadilla de Abona.              | 1.119 IV Lomo de Arico.                 |
| 1.104. IV Tacoronte.          | 1.118 IV Adeja.                           |   |

**MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000**  
**1.ª Serie (a extinguir)**

Consta de Hoja y Memoria descriptiva. La edición completa se compone de 1.130 hojas, a extinguir. Esta 1.ª Serie tiene su continuación en la 2.ª Serie, Proyecto MAGNA. En existencia las siguientes:

Precio del ejemplar: 300 ptas.

|                                    |                                    |   |
|------------------------------------|------------------------------------|---|
| 31. Ribadesella.                   | 611. Cañete.                       | 858. El Viso.                                 |
| 54. Riococo.                       | 643. La Calobra.                   | 859. Pozoblanco.                              |
| 67. Mugía.                         | 644. Pollensa.                     | 864. Venta de los Santos.                     |
| 77. Plaza Teverga.                 | 645. Formentor.                    | 865. Silés.                                   |
| 79. Puebla de Lillo.               | 650. Cañaverál.                    | 869. Jumilla.                                 |
| 128. Riello.                       | 653. Valdeverdeja.                 | 876. Fuente de Cantos.                        |
| 129. La Robla.                     | 670. Sóller.                       | 886. Beas de Segura.                          |
| 160. Benavides.                    | 671. Inca.                         | 899. Guadalcanal.                             |
| 162. Gradefes.                     | 672. Artá.                         | 917. Aracena.                                 |
| 163. Villamizar.                   | 678. Casar de Cáceres.             | 918. Santa Olalla del Cala.                   |
| 208. Uncastillo.                   | 695. Liria.                        | 937. El Cerro de Andévalo.                    |
| 210. Yebra de Basa.                | 698. Palma de Mallorca.            | 938. Nerva.                                   |
| 211. Boltaña.                      | 699. Porreras.                     | 946. Martos.                                  |
| 241. Angulano.                     | 700. Manacor.                      | 959. Calañas.                                 |
| 252. Tremp.                        | 702. San Vicente de Alcántara.     | 960. Valverde del Camino.                     |
| 260. Oya.                          | 703. Arroyo de la Luz.             | 967. Baena.                                   |
| 284. Ejea de los Caballeros.       | 705. Trujillo.                     | 985. Carmona.                                 |
| 289. Benabarre.                    | 723. Cala Figuera.                 | 991. Iznalloz.                                |
| 297. Estarlit.                     | 724. Lluchmayo.                    | 1.008. Montefrío.                             |
| 298. La Guardia.                   | 725. Felanix.                      | 1.009. Granada.                               |
| 313. Antigüedad.                   | 727. Alburquerque.                 | 1.025. Loja.                                  |
| 322. Remolinos.                    | 731. Zorita.                       | 1.046. Carboneras.                            |
| 323. Zuera.                        | 743. Madrigueras.                  | 1.059. El Cabo de Gata.                       |
| 324. Grañén.                       | 744. Casas Ibáñez.                 | 1.060. El Pozo de los Frailes.                |
| 325. Peralta de Alcofea.           | 745. Jalance.                      | 1.079/80. Alegranza.                          |
| 327. Os de Balaguer.               | 746. Llombay.                      | 1.081. Montaña Clara.                         |
| 347. Peñaranda de Duero.           | 750. Gallina.                      | 1.082. Graciosa.                              |
| 354. Alagón.                       | 751. Villar del Rey.               | 1.083. Teguiase.                              |
| 355. Lecifena.                     | 754. Madrigalejo.                  | 1.084. Haría.                                 |
| 356. Lénaja.                       | 764. Munera.                       | 1.087. Punta Pechiguera.                      |
| 369. Coreses.                      | 765. La Gineta.                    | 1.088. Arrecife.                              |
| 374. Peñafiel.                     | 772. San Miguel.                   | 1.089. El Charco.                             |
| 435. Arco de Jalón.                | 773. San Juan Bautista.            | 1.092. Cotillo.                               |
| 486. Jdraque.                      | 776. Montijo.                      | 1.093. Lobos.                                 |
| 500. Villar del Ciervo.            | 795. Játiva.                       | 1.096. Tegueste.                              |
| 501. La Fuente de San Esteban.     | 798. Ibiza.                        | 1.097. Punta de Anaga.                        |
| 502. Matilla de los Caños del Río. | 799. Santa Eulalia.                | 1.098. La Oliva.                              |
| 503. Las Veguillas.                | 805. Castuera.                     | 1.099. Puerto de Lajas.                       |
| 525. Ciudad Rodrigo.               | 812. Valdepeñas.                   | 1.102. Punta de Teno.                         |
| 526. Serradilla del Arroyo.        | 815. Robledo.                      | 1.104/05. Sta. Cruz de Tenerife y San Andrés. |
| 527. Sequeros.                     | 818. Montealegre.                  | 1.106/07. Puerto de las Cabras.               |
| 536. Guadalajara.                  | 819. Caudete.                      | 1.109. Los Carrizales.                        |
| 537. Auñón.                        | 824/849. San Francisco Javier.     | 1.111. Gúlmár.                                |
| 541. Santa Eulalia.                | 825/850. Nuestra Señora del Pilar. | 1.114. La Pared.                              |
| 550. Fuente Guinaldo.              | 838. Santa Cruz de Mudela.         | 1.115. Tuñeje.                                |
| 560. Alcalá de Henares.            | 840. Bienservida.                  | 1.118/24. Granadilla de Abona y las Galletas. |
| 561. Pastrana.                     | 844. Ontur.                        | 1.119. Lomo de Arico.                         |
| 564. Fuertescusa.                  | 845. Yecla.                        | 1.122. Jandia.                                |
| 573. Gata.                         | 848. Altea.                        |   |
| 591. Mora de Rubielos.             | 857. Valsequillo.                  |   |

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**  
 c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)  
**SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA**  
 c/ Doctor Fleming, 7. MADRID (16)

**MAPAS NACIONALES A ESCALA 1:200.000**

En esta escala se encuentran totalmente publicados los mapas siguientes:

**De Síntesis Geológica:**

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario por existir cartografía de éste a escala 1:100.000.) Agotados los números 10, 38, 45 y 84-85.

**Metagenético:**

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar 450 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario.)

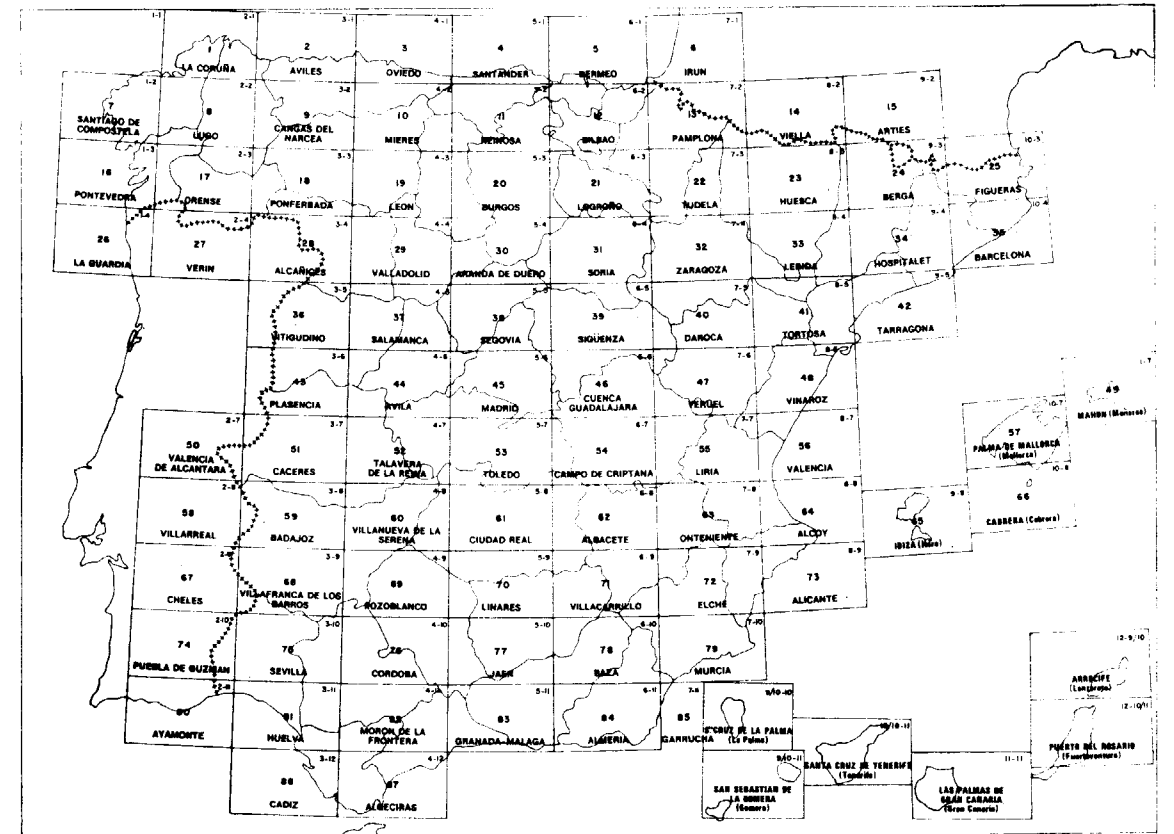
**Geotécnico General:**

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 450 ptas. Hoja y Memoria.

**De Rocas Industriales:**

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 450 ptas. Hoja y Memoria.

**División en Hojas del Mapa de España a Escala 1:200.000 (Mapas de Síntesis Geológica, Geotécnico General, de Rocas Industriales y Metagenético)**



**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**  
 c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)  
**SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA**  
 c/ Doctor Fleming, 7. MADRID (16)

# NUEVAS PUBLICACIONES

(Reimpresiones)

## MAPA DE VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACION DE LOS MANTOS ACUIFEROS DE LA ESPAÑA PENINSULAR, BALEARES Y CANARIAS

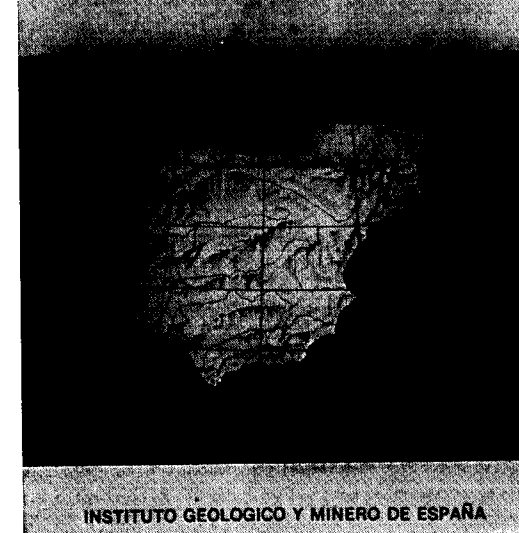
(Primer esquema cualitativo)  
Segunda edición



## MAPA TECTONICO de la Península Ibérica y Baleares



## MAPA GEOLOGICO de la Península Ibérica, Baleares y Canarias



## MAPA SISMOESTRUCTURAL de la Península Ibérica, Baleares y Canarias



## MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

### ATLAS E INVENTARIO DE ROCAS INDUSTRIALES

Realizado por la División de Geotecnia del IGME

Precio: 600 ptas.

Comprende los siguientes grandes apartados:

1. LAS ROCAS INDUSTRIALES Y SU APROVECHAMIENTO GLOBAL.
2. PLANIFICACION DE LA INVESTIGACION DE ROCAS INDUSTRIALES EN EL III PLAN DE DESARROLLO.  
— Planificación del estudio de los mapas de Rocas Industriales 1:200.000.  
— Planificación de estudios sectoriales.
3. INVENTARIO Y MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES 1:500.000.  
— Mapa director.  
— Mapa de provincias y división de hojas 1:200.000.  
— Inventario y mapa de Rocas Industriales 1:500.000.
4. INFORMACION ESTADISTICA.  
— Cuadro de explotación de Rocas Industriales por provincias y tipos de rocas.  
— Cuadro de utilización de las principales Rocas Industriales.  
— Importación y exportación de Rocas Industriales.  
— Cuadros de utilización de las Rocas Industriales por provincias.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA  
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3  
SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA  
c/ Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

## OTRAS PUBLICACIONES CARTOGRAFICAS

### Mapas Geológicos Varios

|   | Ptas. |
|---|-------|
| — Geológico de la Isla de Fuerteventura - Escala 1:100.000  | 400   |
| — Geológico de la Isla de Gran Canaria - Escala 1:100.000   | 400   |
| — Geológico de la Isla de Lanzarote - Escala: 1:100.000     | 400   |
| — Geológico de la Isla de Tenerife - Escala 1:100.000       | 400   |
| — Geológico de la provincia de Gulpúzcoa - Escala 1:100.000 | 400   |
| — Geológico de la Cuenca del Duero - Escala 1:250.000       | 300   |
| — Petrográfico y estructural de Galicia - Escala 1:400.000  | 300   |
| — Litológico de España - Escala 1:500.000                   | 1.000 |
| — Sismotécnico de la Península Ibérica - Escala 1:2.500.000 | 100   |

### Mapa Geológico Nacional - Escala 1:400.000

La edición completa se compone de 64 hojas, en existencia las siguientes:

| Hoja n.º                                   | Ejemplar: 300 ptas. |
|--|---------------------|
| 1/2. La Coruña.                            |                     |
| 4. Costa de Santander y Vizcaya.           |                     |
| 9/10. Pontevedra, Lugo y Orense.           |                     |
| 11. León.                                  |                     |
| 12. Vizcaya y Burgos.                      |                     |
| 14. Pirineo Leridano y Oscense.            |                     |
| 17/18. Orense, Zamora y Norte de Portugal. |                     |
| 52. Granada.                               |                     |
| 59. Algeciras.                             |                     |

### Mapas Geológicos Provinciales - Escala 1:200.000

En existencia los siguientes: Ejemplar: 300 ptas.

| Hoja n.º      | Hoja n.º      |
|---------------|---------------|
| 1. Almería.   | 7. Madrid.    |
| 3. Cáceres.   | 8. Murcia.    |
| 4. Cádiz.     | 9. Salamanca. |
| 5. La Coruña. | 10. Valencia. |

### Mapas Geológicos - Escala 1:1.000.000

Ejemplar: 400 ptas.

- Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (6.ª edición).
- de Reconocimiento Hidrogeológico. (Agotado.)
- de Lluvia Util y Escorrentía (Agotado.)
- Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias.
- Tectónico de la Península Ibérica y Baleares ..... 600 ptas.
- de Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos.

### Mapa Metalogénico de España - Escala 1:1.500.000

Ejemplar: 450 ptas.

La colección completa consta de 17 hojas y memorias referidas a las siguientes sustancias:

| Hoja n.º       | Hoja n.º       | Hoja n.º              |
|----------------|----------------|-----------------------|
| 1. Aluminio.   | 7. Fluorita.   | 13. Níquel.           |
| 2. Azufre.     | 8. Fosfatos.   | 14. Oro.              |
| 3. Bismuto.    | 9. Hierro.     | 15. Potasa-Sal común. |
| 4. Plomo-Cinc. | 10. Hulla.     | 16. Titanio.          |
| 5. Cobre.      | 11. Manganeso. | 17. Wolframio.        |
| 6. Estaño.     | 12. Mercurio.  |                       |

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23 - Teléfono 441 70 67 - Madrid-3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA  
c/ Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23, MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA  
c/ Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

**IGME**



## MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Precio: 300 ptas.

El problema de la contaminación de las aguas subterráneas, requiere fundamentalmente soluciones de prevención, ya que una vez producida, su corrección, aún eliminada la causa productora es difícil, costosa y en ocasiones imposible.

Puesto que prácticamente el 35 por 100 de las necesidades españolas en agua de abastecimiento doméstico son satisfechas por aguas subterráneas, la protección de éstas frente a la contaminación, es una tarea importante y que ha merecido atención prioritaria por parte del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Industria y Energía.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas, figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos residuos sólidos de origen urbano. Dado que éstos vertederos se ubican con frecuencia cerca de los núcleos de población, y que también los pozos y sondeos de abastecimiento suelen encontrarse a distancias relativamente pequeñas de dicho núcleo, se da un claro caso de proximidad entre la fuente de contaminación y la aplicación útil vulnerable de agua. Se trata de un caso en que la prevención es fundamentalmente, ya que los posibles problemas de contaminación pueden afectar a la salud humana.

En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos de 19 de noviembre de 1975 (B. O. del E. del 21) se considera al Instituto Geológico y Minero de España como el Organismo consultor en lo que respecta a los proyectos de vertederos... «cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo.» Para cumplir más eficazmente esta misión, el IGME ha decidido anticiparse a los posibles problemas, emprendido el estudio, en zonas especialmente críticas, de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en la superficie del terreno o que

se producen e infiltran desde la misma, tales como los lixiviados de las basuras urbanas.

El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible la vulnerabilidad de las aguas subterráneas, ha sido el mapa de orientación al vertido, que, por otra parte, representa un ejemplo de lo que la ciencia geológica e hidrogeológica puede aportar al complejo proceso de ordenación del territorio.

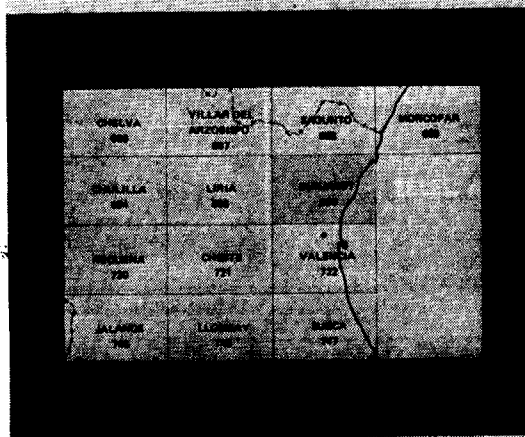
El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos sólidos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto de vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede utilizarse también como indicador de los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea debida a actividades tales como el vertido de aguas fecales, el empleo excesivo de pesticidas, etc. En el caso de residuos industriales, y dada la amplia gama de composición posible, el mapa deberá utilizarse teniendo en cuenta cada caso particular; los criterios son muchos, más restrictivos en el caso de productos tóxicos o peligrosos.

La primera fase del programa de preparación de estos mapas, a escala 1/50.000, comprende los siguientes.

- Cuenca del Júcar: 24 hojas de la zona costera de Alicante, Valencia y Castellón y zonas de influencia.
- Cuencas del Sur: 6 hojas de la Costa del Sol y zonas de influencia.
- Cuenca del Guadalquivir: 5 hojas de las áreas de influencia de Granada, Sevilla y Huelva.
- Cuenca del Segura: 5 hojas en la zona del Alto Vinalopé y cuencas costeras de Alicante (Costa Blanca).
- Cuenca Alta del Guadiana: 5 hojas en las zonas de influencia de Ciudad Real y pueblo de la Mancha.

### MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

BURJABOT HOJA 898



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid, (16)

Mapa Geotécnico de ordenación territorial y urbana de la subregión de Madrid. Escala 1:100.000  
Realizado por la División de Geotecnia del IGME  
Mapas y Memorias publicados:

| Hoja n.º                       | Hoja n.º           |
|--------------------------------|--------------------|
| 8/11 Avila de los Caballeros.  | 9/13 Toledo.       |
| 8/12 Arenas de San Pedro.      | 10/9 Riaza.        |
| 8/13 Talavera de la Reina.     | 10/10 Torrelaguna. |
|                                | 10/11 Madrid.      |
| 9/10 Segovia.                  | 10/12 Getafe.      |
|                                | 10/13 Mora.        |
| 9/11 San Lorenzo del Escorial. | 11/9 Sigüenza.     |
|                                | 11/10 Brihuega.    |
| 9/12 Navalcarnero.             | 11/11 Guadalajara. |
|                                | 11/12 Tarancón.    |

Precio de cada ejemplar: 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid - 16

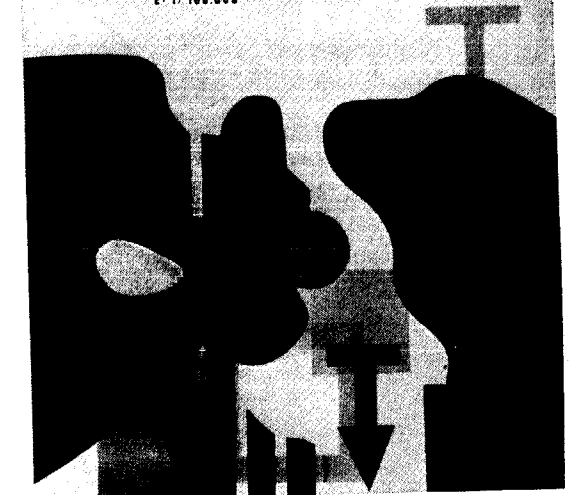
MINISTERIO DE INDUSTRIA  
DIRECCION GENERAL DE MINAS  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA 10-11

MAPA GEOTECNICO DE ORDENACION TERRITORIAL Y URBANA DE LA SUBREGION DE MADRID

MADRID

E: 1/100.000



### Anuario de la evolución de los niveles piezométricos en los sistemas acuíferos españoles.

Realizado por la División de Aguas Subterráneas del IGME.

- Cuenca del Duero.
- Cuenca del Guadiana.
- Cuenca del Guadalquivir.
- Cuenca del Sur.
- Cuenca del Segura.
- Cuenca alta del Júcar.
- Cuenca media y baja del Júcar.
- Baleares.

Precio de cada ejemplar: 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid - 16

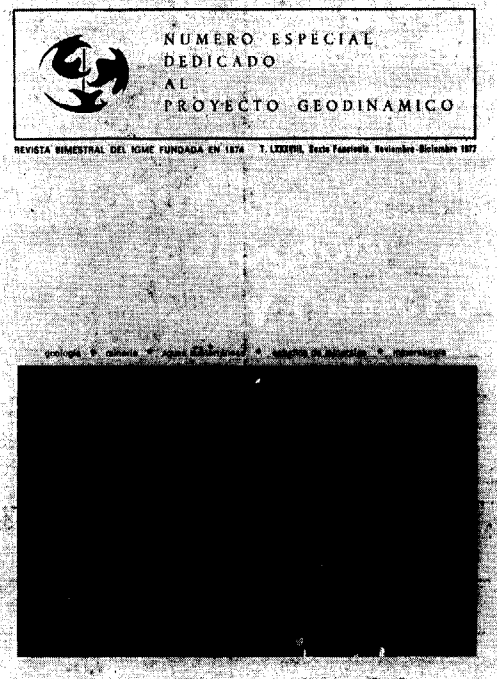


# BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO

La consideramos como la publicación de mayor difusión del Instituto Geológico y Minero de España. Se inició en el año 1874, continuando su publicación. Actualmente se presenta en fascículos de aparición bimestral que componen al año un tomo.

Es la primera revista española de su especialidad, tratándose en ella temas de Geología, Minería, Aguas Subterráneas, Energía, Geofísica, Geoquímica, Geotecnia, Geonucleónica y Estudio de Minerales y Rocas. Contiene además una parte fija dedica-

da, a Información General, Noticias, Notas Bibliográficas, Información legislativa, etc.



El último tomo publicado es el 89 que corresponde al año 1978 (fascículo I al VI) y comprende 8 trabajos de Geología, 10 de Minería, 4 de Aguas Subterráneas, 5 de Geomatemática, 1 de Energía y 10 de Estudios de Minerales y Rocas, que hace un total de 636 páginas incluidas las dedicadas a diversos temas de información, así como los índices por materias y autores de dicho tomo.

## Boletín Geológico y Minero

Revista bimestral de geología económica  
industrias extractivas y de su beneficio

## BOLETIN DE SUSCRIPCION

Suscripción anual (6 números)

ESPAÑA e IBEROAMERICA 1.400 ptas.  
DEMÁS PAISES 1.500 ptas.

Nombre, Organismo o Empresa .....

Profesión .....

Dirección ..... Teléfono .....

Ciudad (provincia) ..... D. P. ....

País .....

FIRMA

Fecha .....

## FORMA DE PAGO

Contra reembolso.  
Talón nominativo.



# TODA LA RIQUEZA MINERA EN SUS MANOS MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

Serie de 93 hojas con memoria descriptiva



El más completo catálogo de nuestras posibilidades mineras, realizado por el

## INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EDITADO Y DISTRIBUIDO POR

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Doctor Fleming, 7, Madrid-16

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23, Madrid-3



**LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y  
MINERO DE ESPAÑA**

Espectrometría de lectura directa.  
Espectrometría de absorción atómica.  
Espectrografía mediante placas fotográficas.  
Análisis por fluorescencia y difracción de Rayos X.  
Análisis de Radiactividad de aguas y minerales.  
Análisis Químicos.  
Microsonda Electrónica.  
Metalogenia.  
Petrología.  
Preparación Mecánica de Minerales.  
Mineralogía.  
Macro y Micropalantología.  
Geotecnia.

**DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS I G M E**

RIOS ROSAS, 23    TELEF. 441 65 00    MADRID - 3



**euroestudios, s. a.**

ingenieros de consulta

ESTUDIOS, PROYECTOS, SUPERVISION  
Y OTROS SERVICIOS DE INGENIERIA EN:

CARRETERAS - AUTOPISTAS - FERROCARRILES -  
TUNELES - PUENTES - OBRAS HIDRAULICAS - PUERTOS  
Y OBRAS MARITIMAS - AEROPUERTOS - URBANISMO  
Y PLANIFICACION TERRITORIAL - TOPOGRAFIA -  
GEOLOGIA Y GEOTECNICA - INFORMATICA - CONTROL  
DE CALIDAD - EDIFICACION EGRONOMIA

Euroestudios, S. A. Pedro de Valdivia, 10. MADRID-6  
TELEL. 411 32 13 - TELEX: 43653 ESIGE  
VITORIA (945-266233) — SAN SEBASTIAN (943-455912)

ESTADISTICA DE CONSUMO  
Y DISTRIBUCCION DE  
CARBONES 1.973



SERVICIO DE PUBLICACIONES - MINISTERIO DE INDUSTRIA  
Doctor Fleming, 7 - Teléfs. 250 02 02/03/04 - MADRID - 16

*La inversión  
requiere un buen proyecto*



**intecsa**

INTERNACIONAL DE INGENIERIA  
Y ESTUDIOS TECNICOS S. A.



## EN PROSPECCION DE RECURSOS NATURALES

- \* GEOLOGIA
- \* AGUAS SUBTERRANEAS
- \* EXPLORACION MINERA
- \* EXPLORACION PETROLERA
- \* SONDEOS
- \* ROCAS INDUSTRIALES
- \* GEOTERMIA
- \* GEOTECNIA
- \* GEOFISICA
- \* LABORATORIOS



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

OFICINAS CENTRALES: Corazón de María, 15 - Tel. 416 85 50\* - MADRID-2  
Portal de Castilla, 46 - Tel. 22 36 04\* - VITORIA

LABORATORIOS: San Roque, 3 - Majadahonda (MADRID)