II 12-4-1

En este número:

- Sipnosis sobre los yacimientos fosilíferos paleógenos de la provincia de Zamora.
- Significado estructural de los diferentes afloramientos graníticos en un área del Sistema Central Español.
- Estudio geológico de una transversal situada en el extremo sureste de la cordillera Ibérica Liria-Cheste-Llombay.
- Aplicación al análisis de minerales de volframio y sus concentrados de los nuevos reactivos gravimétricos de este elemento: 4-metil-4'-4''-Diamino-Trifenilmetano y 4-4'-4''-Triamino Trifenilmetano.
- Transformaciones postsedimentarias en las piritas masivas de «Las Herrerías» (Huelva).
- Estudios geológicos e hidrogeológicos sobre la fosa media del Tajo.
- Perspectivas petrolíferas de Andalucía Occidental.
- Mineralogía de las rocas de caja de los yacimientos de hierro en los alrededores de Ponferrada (León).

0 8 NOV. 1977

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874 T. LXXXVIII, Quinto Fascículo. Septiembre-Octubre 1977

boletín geológico y minero

1801820
1801821
1801822
1801823
1801824

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



II/2-4-1

enadimsa

INI
empresa nacional adaro
de investigaciones mineras, s.a.

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

geológicos
minerales
hidrogeológicos
geotérmicos
geotécnicos

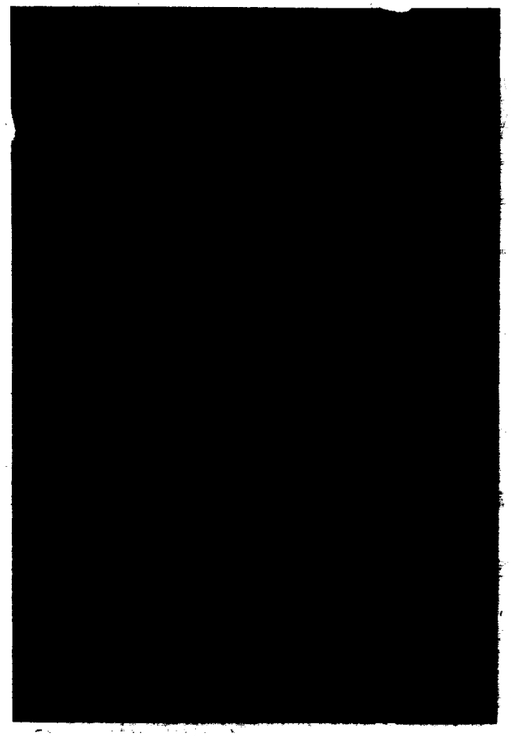
protección del medio ambiente y tratamiento de resíduos urbanos e industriales

ordenación geológica de la infraestructura para el desarrollo regional

enadimsa

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

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



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.° piso

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

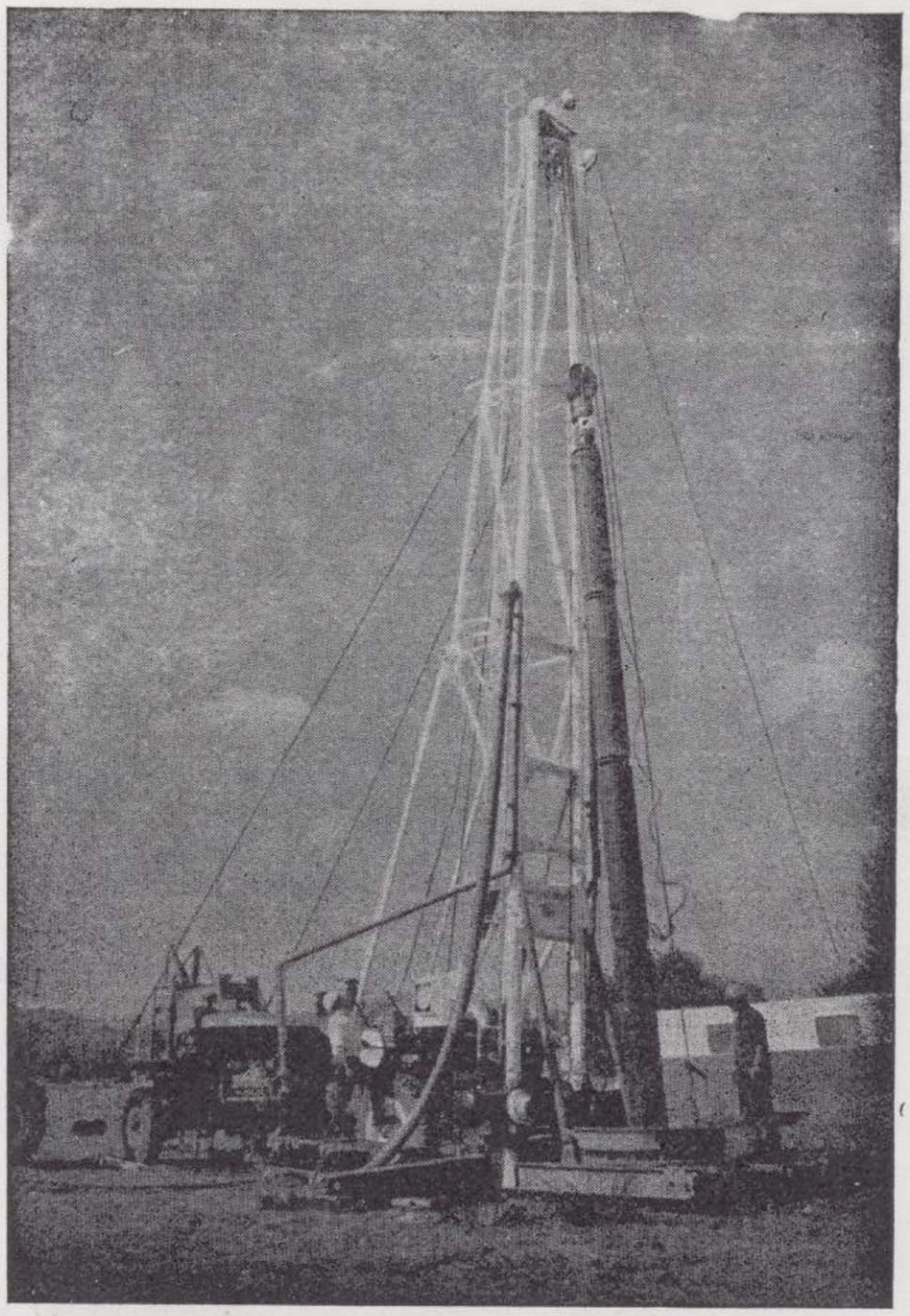
MADRID-16

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

Testigueo 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.° 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».

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

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

GEOTEHIC, S. A.

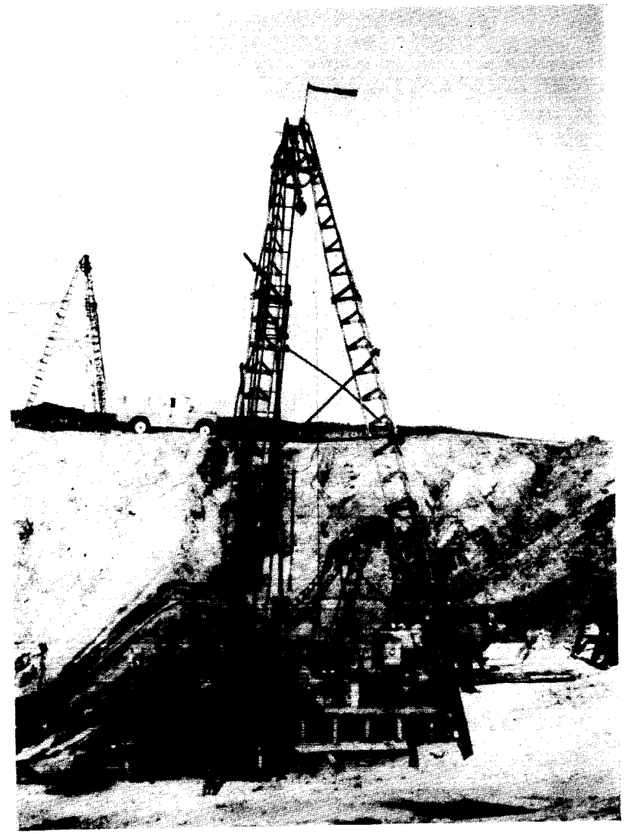
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

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

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

TERRATEST



equipos adecuados a cada problema manejados por expertos

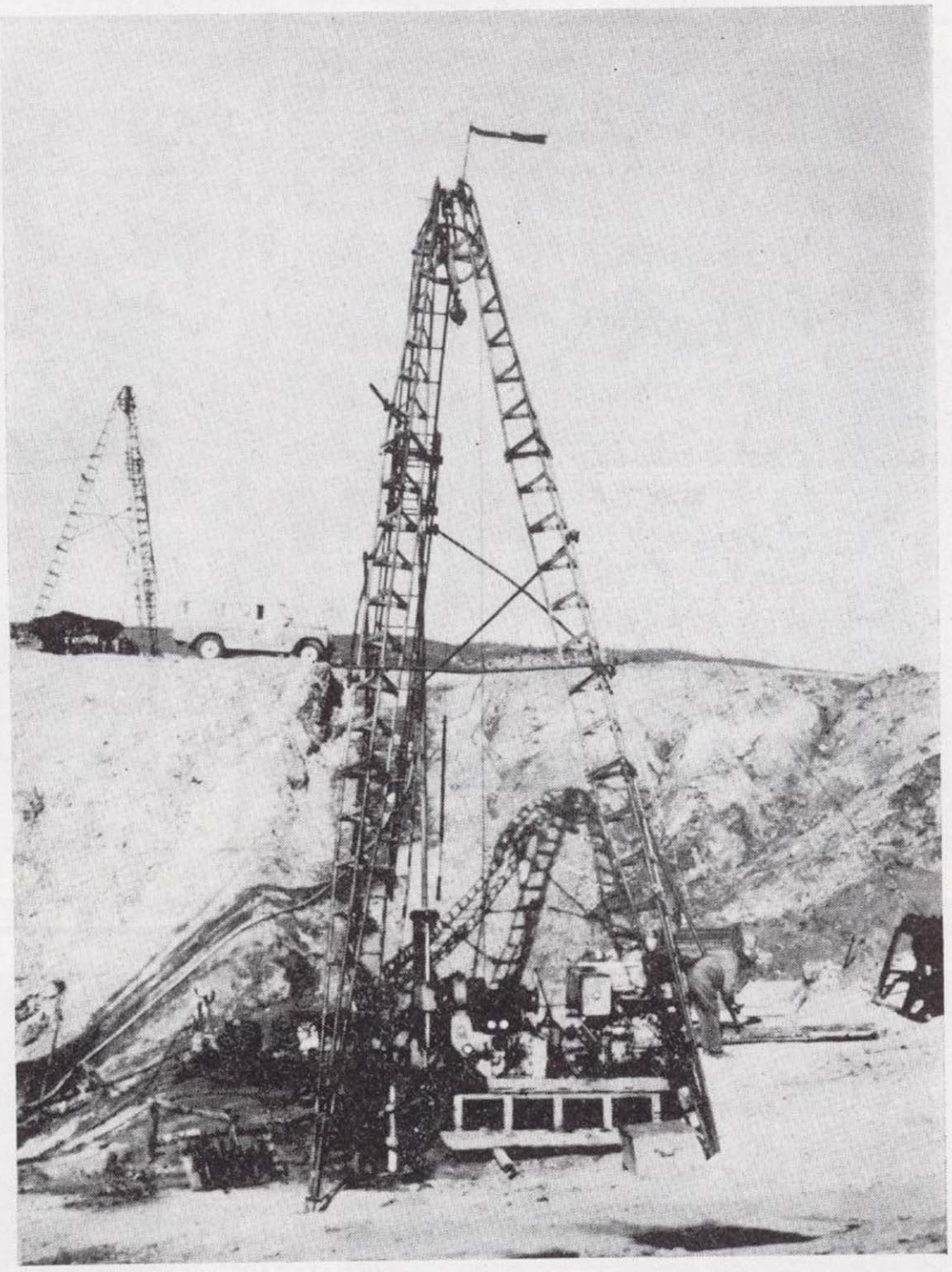
SONDEOS DE EXPLORACION MINERA Y GEOLOGICA

- 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.

TERRATEST

Oficina Principal
MADRID: Avda. de José Antonio, 70 - 6º. Teléfono 248 68 00

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.

TERRATEST

Oficina Principal
MADRID: Avda. de José Antonio, 70 - 6º. Teléfono 248 68 00

NUEVAS PUBLICACIONES

MAPA DE VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACION DE LOS MANTOS ACUIFEROS

DE LA

ESPAÑA PENINSULAR, BALEARES Y CANARIAS

(Primer esquema cualitativo)

Segunda edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA TECTONICO

de la

Península Ibérica y Baleares

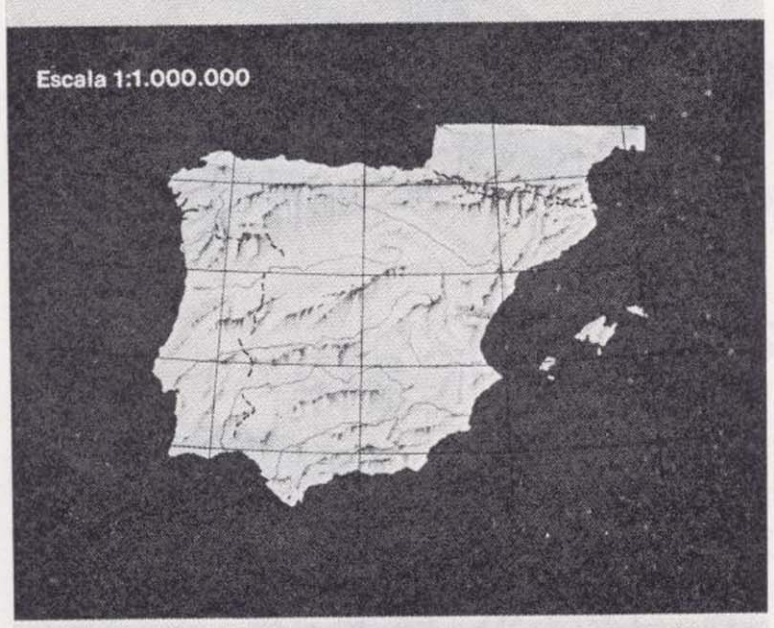


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO

de la

Peninsula Ibérica, Baleares y Canarias



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA SISMOESTRUCTURAL

de la

Peninsula Ibérica, Baleares y Canarias



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

Claudio Coello, 44 - Teléfono 276 20 01 - Madrid-1

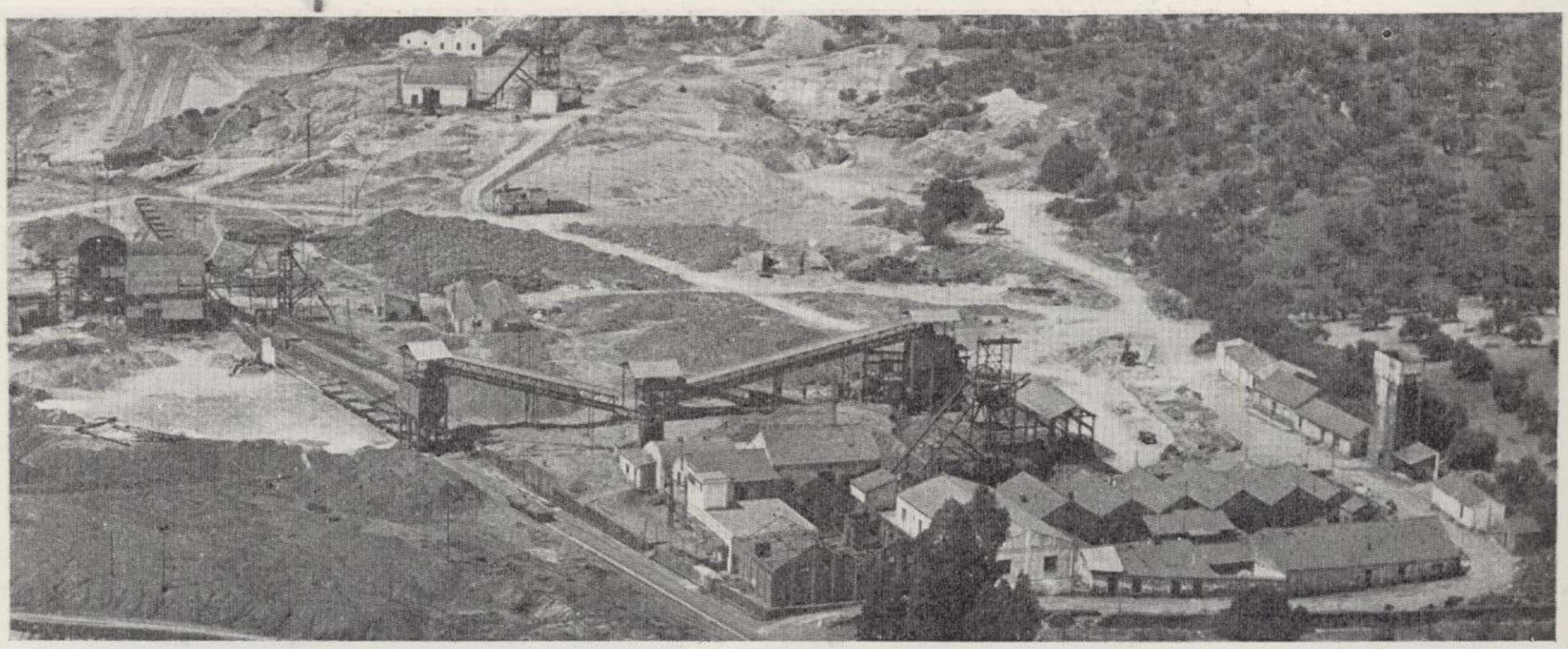
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23 - Teléfono 234 13 28 - Madrid-3

IGME

INTECSA

INTERNACIONAL DE INGENIERIA Y ESTUDIOS TECNICOS, S.A.



PLANTA PILOTO DE PIRITAS Y PIROCLASTOS. AZNALCOLLAR (SEVILLA)

MINERIA

GEOLOGIA
GEOTECNIA
HIDROGEOLOGIA
EXPLOTACIONES
MINERALURGIA

INGENIERIA CIVIL

CARRETERAS
FERROCARRILES
AEROPUERTOS
PUERTOS
OBRAS HIDRAULICAS
AGRONOMIA
MECANICA DEL SUELO
PUENTES
ESTRUCTURAS
ARQUITECTURA
URBANISMO
INGENIERIA SANITARIA

INGENIERIA INDUSTRIAL

PETROLEO Y PETROQUIMICA
QUIMICA GENERAL Y FERTILIZANTES
METALURGIA
INGENIERIA ELECTRICA
INGENIERIA MECANICA
INGENIERIA TERMOMECANICA
INDUSTRIAS DEL FRIO
INDUSTRIAS DE LA MADERA
INDUSTRIAS ALIMENTICIAS
TECNOLOGIA DEL MEDIO AMBIENTE

ESTUDIOS ECONOMICOS

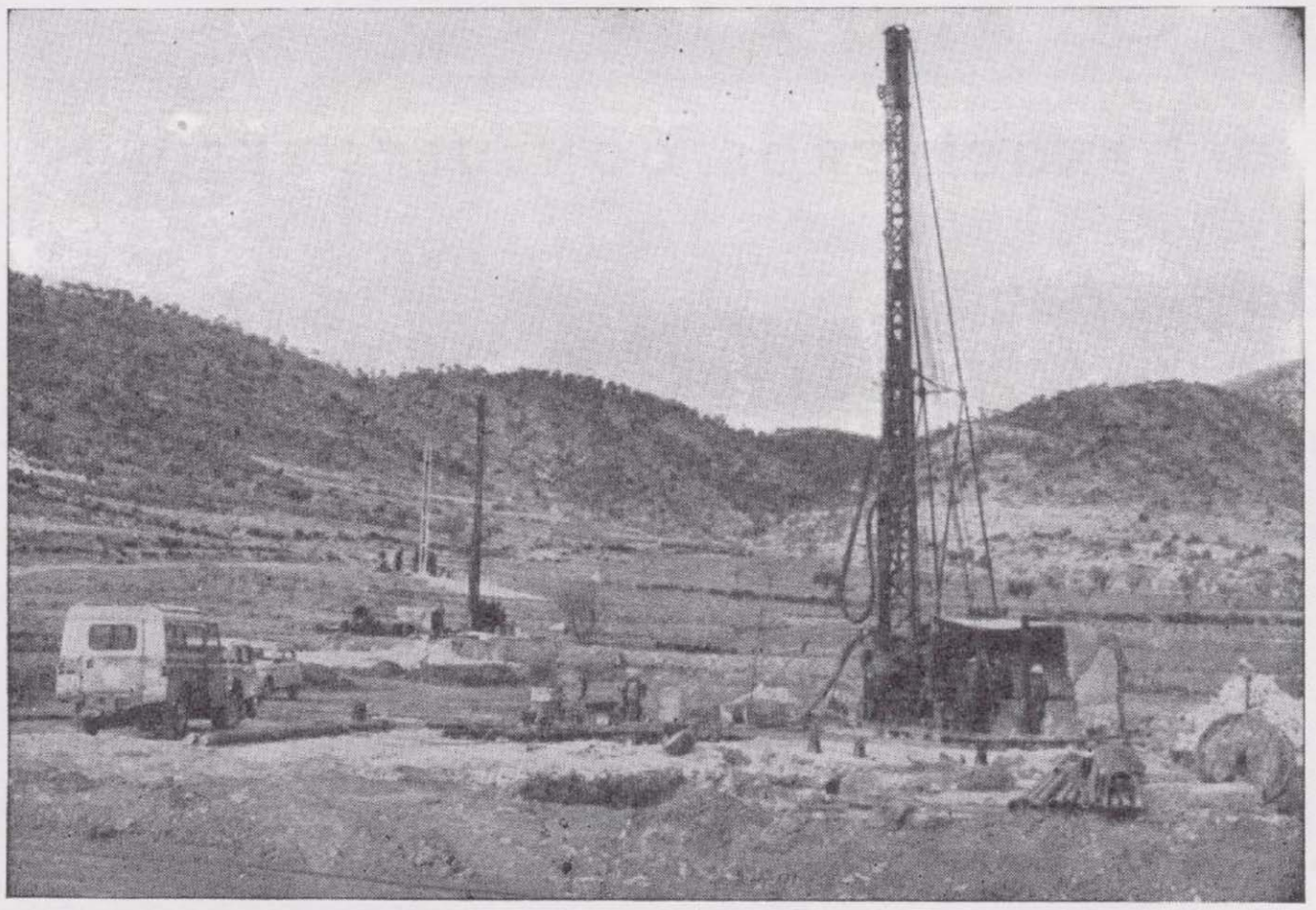
ESTUDIOS DE DESARROLLO REGIONAL
ORDENACION DEL TERRITORIO
DESARROLLO TURISTICO
ESTUDIOS SECTORIALES
ESTUDIOS DE VIABILIDAD
ESTUDIOS DE TRANSPORTES
ESTUDIOS ECONOMICO - FINANCIEROS

OFICINAS CENTRALES EN MADRID: C/ CONDESA DE VENADITO 1.
TELEFONOS: 4044000 - 4045100 - 4046100.
4047100 - 4048100.
TELEGRAMAS: INTECSAMA.
TELEX: 22473 INTSA - E.

DELEGACION EN BARCELONA: C/ COMPOSITOR BEETHOVEN.15.
" " CANARIAS: C/ VILLALVA HERVAS 9. STA.CRUZ DE TENERIFE.
" " MURCIA: C/ VILLALEAL 2.
" " VALENCIA: C/ CRONISTA CARRERES 9-11.

DELEGACIONES EN: PORTUGAL LIBIA ARGELIA. VENEZUELA ECUADOR BRASIL.

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

★ ★ ★

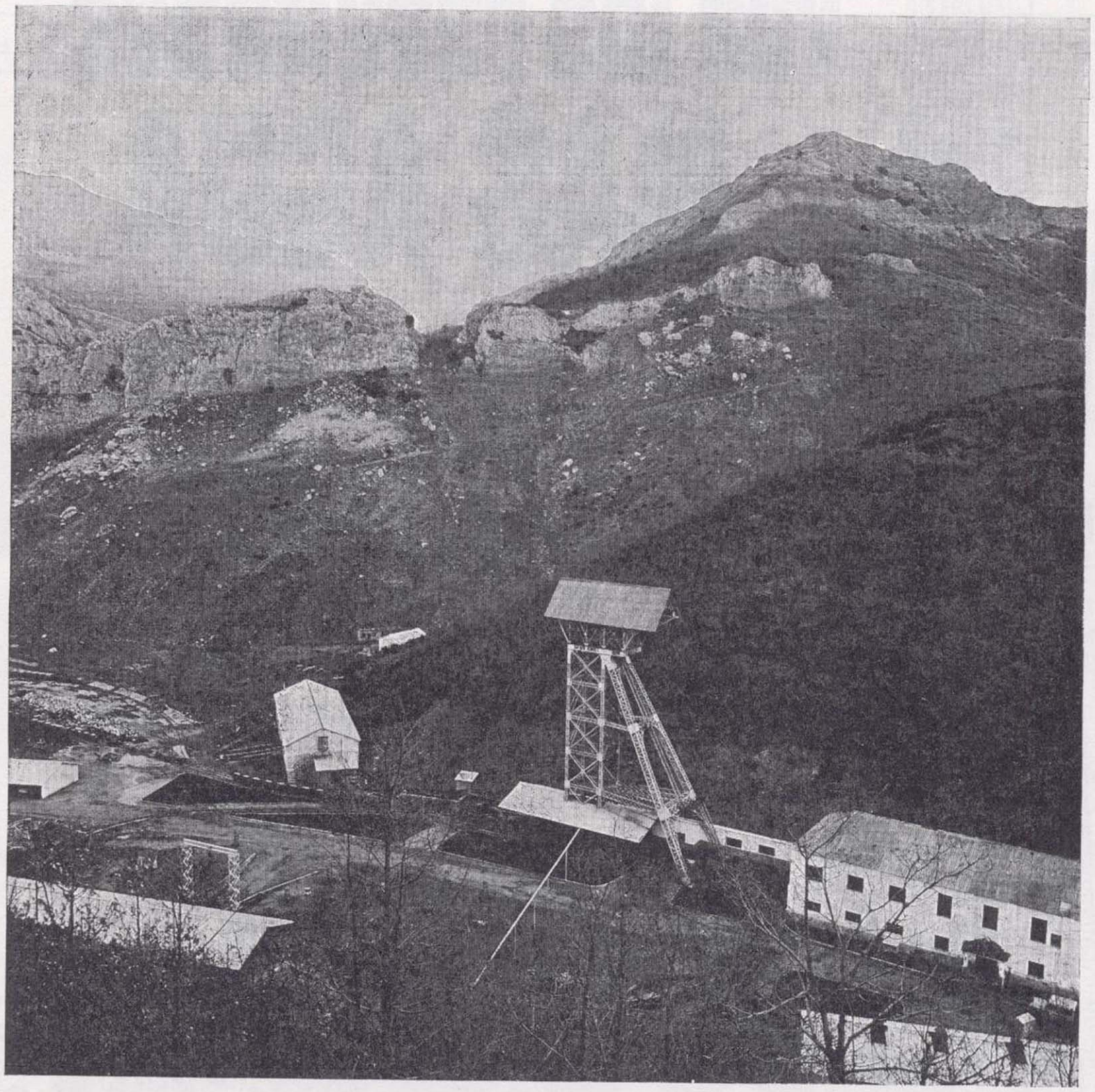
E R N E S T O R O D E S M A R T I

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

VILLENA (Alicante)

SOCIEDAD ANONIMA HULLERA VASCO-LEONESA

Capital Social: 700.000.000 de ptas.



EXPLOTACIONES CARBONIFERAS EN: Santa Lucía de Gordón, Ciñera de Gordón, Matallana de Torío (León)

FABRICA DE AGLOMERADOS EN: LA ROBLA (León)

DIRECCION POSTAL: LA ROBLA (León)
Telf. 57 00 00



Tomo 88

Fascículo V

Septiembre - Octubre 1977

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología

E. JIMÉNEZ FUENTES: Sipnosis sobre los yacimientos fosilíferos paleógenos de la provincia de Zamora ... 1

A. G. UBENELL: Significado estructural de los diferentes afloramientos graníticos en un área del Sistema Central Español ... 9

A. MUELAS PEÑA, A. GARCÍA VÉLEZ, J. SOUBRIER GONZÁLEZ y L. GARCÍA RUZ: Estudio geológico de una transversal situada en el extremo sureste de la cordillera Ibérica, Liria-Cheste-Llombay ... 15

Minería

R. ALVAREZ RODRÍGUEZ, J. ZATO DEL CORRAL y E. LLORENTE GÓMEZ: Aplicación al análisis de minerales de volframio y sus concentrados de los nuevos reactivos gravimétricos de este elemento: 4-metil-4'-4"-Diamino-Trifenilmetano y 4-4'-4"-Triamino Trifenilmetano ... 26

S. LEGUEY, R. LUNAR y J. A. MEDINA: Transformaciones postsedimentarias en las piritas masivas de "Las Herrerías" (Huelva). 32

Aguas subterráneas

F. LÓPEZ VERA: Estudios geológicos e hidrogeológicos sobre la fosa media del Tajo ... 45

Energía

E. PERCONIG y C. MARTÍNEZ DÍAZ: Perspectivas petrolíferas de Andalucía Occidental ... 61

Estudios de Minerales y Rocas

R. LUNAR HERNÁNDEZ y M. D. RUIZ CRUZ: Mineralogía de las rocas de caja de los yacimientos de hierro en los alrededores de Ponferrada (León) ... 78

Información

El Ministro de Industria y Energía en el Instituto Geológico y Minero de España.—La autonomía del IGME en el "B. O. E." Personal.—Noticias.—Información legislativa.—Notas bibliográficas ... 90

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 234 13 28

ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-1

Teléfono 276 20 01

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA

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

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

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

EXPLICACION DE LA PORTADA

Dique diafásico en Navandrinal (Avila)
(Sistema Central Español)

Foto: A. G. UBANELL

Depósito legal: M. 3.279.-1958

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

Boletín Geológico y Minero. T. LXXXVIII-V. Año 1977 (357-364).

Sipnosis sobre los yacimientos fosilíferos paleógenos de la provincia de Zamora

Por EMILIANO JIMENEZ FUENTES (*)

RESUMEN

Se enumeran los yacimientos paleógenos de la provincia de Zamora (España), los fósiles que han dado y se considera su edad. Esta se reparte en los siguientes niveles: Eoceno Inferior - Luteciense Inferior, transición, Luteciense Medio (tramo superior), Luteciense Superior (?), transición Luteciense - Ludiense, Ludiense y Oligoceno. Se reconsidera el término Preluteciense, que debe sustituirse por Paleoceno.

SUMMARY

A relation of the Paleogene fossiliferous deposits of the Zamora province (Spain) is given in this paper. The fauna belongs to the following stratigraphic levels: Lower Eocene-Lower Lutetian, transition unit, Middle Lutetian (upper horizon), Upper Lutetian (?), Lutetian-Ludian transition unit, Ludian, and Oligocene.

According to the last findings, some considerations on the age of this Tertiary formations are made, and the use of Paleocene instead of Pre-Lutetian as a stratigraphic comprehensive term is recommended.

Nos proponemos, en esta publicación, exponer los distintos hallazgos efectuados hasta el presente en el Paleógeno de la provincia de Zamora, así como los criterios que nos han servido para definir su edad.

Como cartografía geológica adecuada, puede consultarse el Mapa de Síntesis 1:200.000, hojas 29 y 37 (ARRIBAS y JIMÉNEZ, 1971 y 1972) y los mapas 1:50.000, hojas 369, 397, 425 y 426, de próxima publicación.

En la exposición que sigue, las siglas Z-1, Z-2, ..., etcétera, corresponden a los distintos puntos, con referencia al esquema de situación de la figura 1, en la que se presenta el espacio dividido según los cuadrantes de las hojas del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000, con su numeración.

(*) Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Salamanca.

AREA DE CORRALES

En 1915, E. HERNÁNDEZ PACHECO y J. DANTIN CERECEDA (págs. 17 y 18), en los prolegómenos de su clásica monografía sobre el Mioceno de Palencia, al tratar sobre el Paleógeno zamorano, dicen que en "Corral" les entregaron un diente de *Lophiodon talla anieri*, y que en Zamora les dieron, de procedencia desconocida, otros de *Lophiodon* de talla mayor, de *Schizotherium?* y varios de *Pristichampsus rollinatti*.

En 1922, ROMAN y ROVO GÓMEZ, en viaje celebrado a Corrales, investigan in situ la procedencia de los dientes de dicha población, resultando ser unas canteras (Z-1) situadas al SE. Su clasificación (*Chasmotherium minimum*, Fisch y *Lophiodon isselense*, Cuv.) atestigua una edad correspondiente al tramo superior del Luteciense Medio. Actualmente se conservan en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.

Al año siguiente, ROMAN (1923, pág. 9, fig. 3) da más detalles sobre la situación estratigráfica de estas canteras, si bien las coloca al SW de la población. Pensamos que ello es un error de transcripción, pues por la descripción del paisaje sólo pueden encontrarse al SE. No hay duda sobre su ubicación, pues dicen textualmente: "Según los datos que hemos podido recoger de los canteros, el origen de los dientes del Museo de Madrid es indiscutible".

Posteriormente, P. y A. HERNÁNDEZ-SAMPELAYO (1954, págs. 17 y 18), en la memoria de la hoja de Coreses (369 del M. T. N.) mencionan, además de las canteras, unas bodegas (Z-2), donde aparecía fauna que no determinan. A partir de esta fecha se supuso que ambos puntos correspondían al mismo nivel y todos los investigadores y coleccionistas han visitado con preferencia estas bodegas, pero no las canteras, hoy desaparecidas por las labores de repoblación forestal. Es posible que éste sea el motivo por el que no haya aparecido nueva fauna mammalógica del Paleógeno zamorano.

En 1966 tuvimos ocasión de visitar por vez primera estas bodegas, acompañados por A. Arribas y B. Casaseca, recolectando espinas y vértebras de peces y fragmentos de quelonios. Algún tiempo después, B. Casaseca nos hizo entrega de un paquete conteniendo gran cantidad de fragmentos de quelonios extraídos al abrirse un pozo al E de Corrales, más allá del arroyo Valparaíso (Z-3). Con ellos pudimos reconstruir el holotipo de *Allaeochelys casasecai* (JIMÉNEZ, 1971). También de este nivel proceden dos piezas de *"Stereogenys" salmanticensis* (JIMÉNEZ, 1968, 1971 b). Respecto a los troncos fósiles que citábamos en nuestra tesis doctoral (JIMÉNEZ, 1970) hemos de aclarar que, según diversas informaciones, proceden de varios puntos. El que describimos apareció en los tejares (Z-4).

Recientemente se han encontrado placas de *Allaeochelys* también en las bodegas.

En 1972, L. A. Alonso Matilla, entonces alumno de la Sección de Geológicas de Salamanca, encontró en "Las Zorras" (Km. 213,0 del F. C. Salamanca-Zamora, al N de Casaseca de Campeán) un nuevo yacimiento (Z-5) con peces y quelonios (*Allaeochelys y Pelomedúsidos? de gran grosor*). Nuevas recolecciones han sido efectuadas por A. Corrochano, del Departamento de Estratigrafía de Salamanca, que nos las cedió para su estudio.

En este área de Corrales hay que citar otros dos puntos: uno se encuentra en Gema, a 720 m. de altura y ha dado espinas de peces (Z-6). El otro (Z-7) fue descubierto por I. Corrales, del Departamento de Estratigrafía de Salamanca, entre Corrales y Fuentecarnero. Se nos entregaron gran cantidad de placas de quelonios, de las que algunas eran de *Allaeochelys*.

Resultaría oportuno considerar aquí las relaciones entre todos estos puntos; sin embargo, preferimos posponerlo a la exposición de los del área de Sanzoles.

AREA DE SANZOLES.

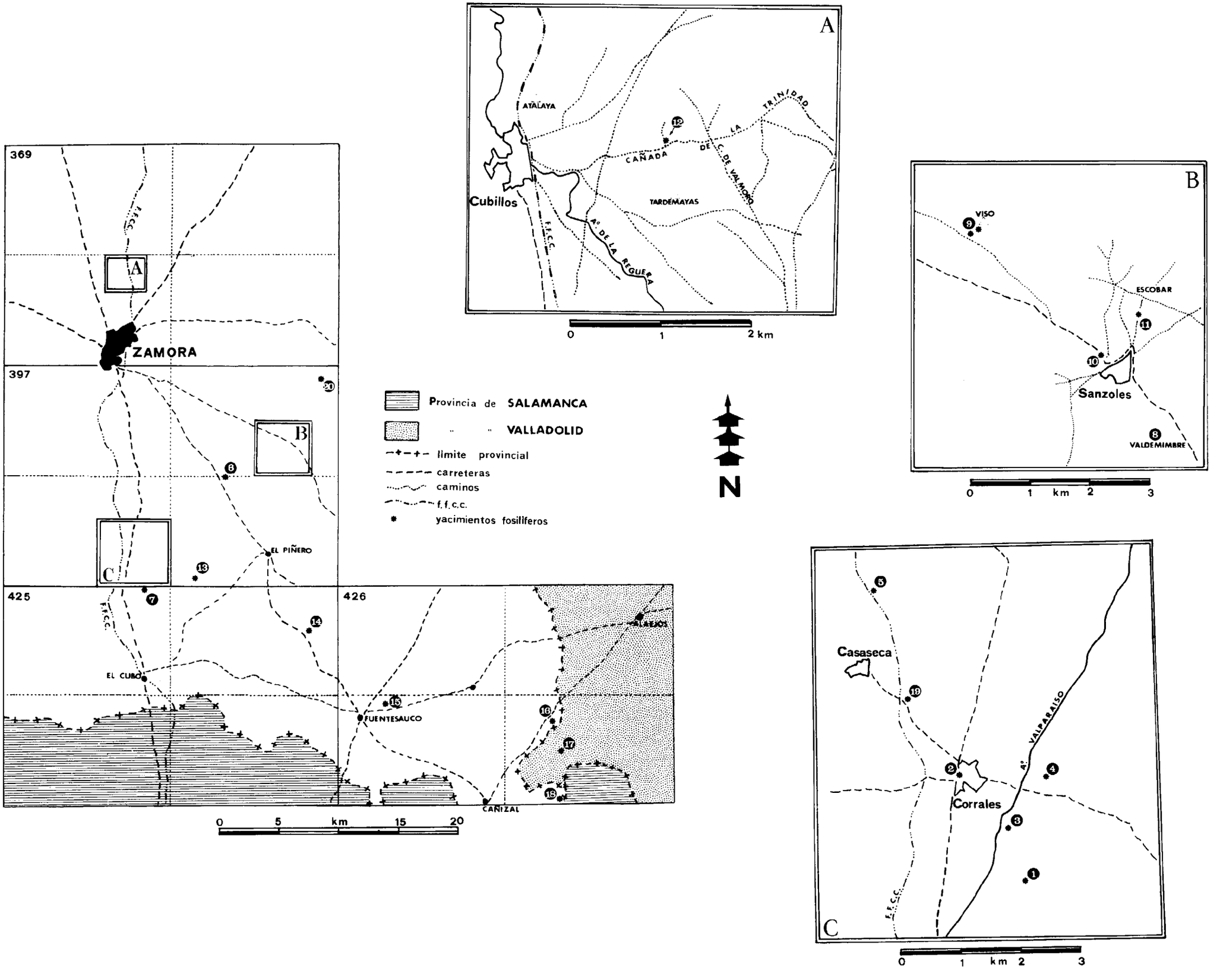
Fue en Sanzoles donde Vilanova (1873) citó los primeros restos de vertebrados paleógenos de la Cuenca del Duero: unos dientes de *Pristichampsus* (*Crocodilus*) *rollinatti*, mención repetida por E. HERNÁNDEZ PACHECO (1915). No se conoce su ubicación exacta.

En 1957, CRUSAFONT & TRUYOLS mencionan el hallazgo de *Palaeotherium curtum* en la dehesa de Valdemimbre, al SE de Sanzoles (Z-8), equiparando el Ludiense que representa con el de San Morales.

En 1969, el Dr. Crusafont nos informó de la presencia de un nivel de peces, abundante en espinas, en la parte baja de la población. Movido por esta información y ante algunas dudas que nos habían quedado planteadas en nuestra tesis doctoral, exploramos con más detenimiento la zona, llegando a descubrir, en 1970, en el cerro del Viso, al NW de Sanzoles (Z-9), dos niveles —separados pocos metros entre sí— con peces, quelonios y cocodrilos, muy por debajo de otro con fragmentos de mamíferos indeterminables.

En 1973, G. Salvador Palacios, entonces alumno de Estratigrafía en Salamanca, nos llevó a dos puntos que había descubierto realizando sus prácticas de campo. El primero correspondía sin duda al que nos describió el Dr. Crusafont. Se encuentra bajo el pueblo, en la cuneta de la carretera que va a Zamora, a unos 690 m. de altura (Z-10). El otro, a un Km al N del pueblo, por el camino que va a "Escobar", a la misma altura que el anterior (Z-11). Ambos contenían gran abundancia de peces, especialmente el segundo.

Volvimos a visitar este último punto al año siguiente, en compañía del Dr. Richard T. J. Moody,


A
ATALAYA
TRINIDAD
LA
CAÑADA
DE C. DE VALMOJO
Cubillos
TARDEMAYAS
F.F.C.C.
Aº DE LA REGUERA
0
1
2 km
B
VISO
ESCOBAR
Sanzoles
VALDEMIMBRE
0
1
km
2
3
369
F.F.C.C.
A
ZAMORA
397
B
C
EL PIÑERO
425
426
F.F.C.C.
EL CUBO
FUENTESAUCO
CAÑIZAL
0
5
km
15
20
Provincia de SALAMANCA
" " VALLADOLID
límite provincial
carreteras
caminos
f.f.c.c.
yacimientos fosilíferos
N
Casaseca
Aº VALPARAISO
Corrales
F.F.C.C.
C
0
1
km
2
3

del Kingston Polytechnic College, teniendo la fortuna de encontrar en esta ocasión cuatro magníficos *Pelomedúsidos de pequeña talla,* dos de ellos muy completos, que están en curso de investigación, y una placa marginal de *Allaeochelys,* con las sempiternas espinas, vértebras y algunos dientes de peces.

CONSIDERACIONES SOBRE LA DUALIDAD ESTRATIGRAFICA DE ESTOS YACIMIENTOS.

En principio (1970) no dimos demasiada importancia al hecho de que el nivel de los mamíferos de ROMAN & ROYO GÓMEZ estuviese 20 a 30 m por encima de los pozos donde se encontró *Allaeochelys,* encajando a éste dentro del Luteciense Medio (JIMÉNEZ, 1971 a).

En el informe de *Aero-Service* (1967) se menciona una fractura en el zócalo, descubierta por métodos geofísicos, que viene a coincidir con el arroyo Valparaíso, que en dirección NNE-SSW marcha inmediatamente al E de Corrales. La misma falla fue deducida por nosotros (1970) actuando sobre el Terciario, al S de Peleas de Arriba, en las fuentes de San Fernando, con hundimiento oriental de unos 30 m. En Corrales no hicimos cortes estratigráficos más que al E del arroyo —entre los tejares y "Los Turones"—, por lo que no se comprobó aquí el salto de la falla. Sin embargo, éste se deduce simplemente comparando las alturas de los yacimientos situados a ambos lados del arroyo: El pozo de *Allaeochelys* (Z-3) se encuentra a 740 metros y las bodegas (Z-2) a 770, a la misma altura que las desaparecidas canteras con *Chasmotherium-Lophiodon.* La presencia de *Allaeochelys* acompañando a los peces en "Las Zorras" (Z-5), en las bodegas (Z-2) y en Sanzoles (Z-11) hace suponer que Z-2 y Z-3 corresponden a un mismo nivel, hundido 30 m. al E del arroyo Valparaíso.

Pero si la presencia de dos niveles fosilíferos nos pasó desapercibida, en principio, en Corrales, no ocurrió lo mismo en Sanzoles, pues en el cerro del Viso encontramos tres niveles superpuestos (Z-9), los dos inferiores muy próximos —con peces—, separados netamente de otro, con mamíferos.

Esta dualidad se repite constantemente en gran parte de la Tierra del Vino, resultando fácil su separación por los caracteres estratigráficos y por la constante presencia de peces, en el nivel inferior.

CUBILLOS (Z-12).

Es hasta ahora el único yacimiento fosilífero paleógeno situado al N del río Duero. Fue descubierto por A. Arribas, en 1966, y citado por primera vez en la síntesis geológica sobre la provincia de Zamora, que efectuamos para el Ministerio de Agricultura (ARRIBAS & JIMÉNEZ, 1967, pág. 17). Textualmente hablábamos de *restos de tortugas eocenas.*

En 1969, en visita efectuada con A. Arribas, fueron recolectados nuevos fragmentos, entre los que destacaba una placa nucal de un quelonio, probablemente *pelomedúsido de muy pequeña talla.* Se dejó su descripción para otro momento en que dispusiésemos de nuevo material más representativo. En 1971 citamos otra vez este yacimiento como paleógeno (ARRIBAS & JIMÉNEZ, 1971, pág. 19).

El yacimiento está situado al E de Cubillos, al N de la fuente de las Caleras, a unos 710 m. de altura, en la cuneta de un camino cortado que va hacia el N y partía de la cañada de la Trinidad (41° 34′ 30″ N - 2° 02′ 00″ W).

El hallazgo hizo deducir que estos fósiles se encontraban próximos al techo local paleógeno y que los estratos suprayacentes, alternativamente detríticos y carbonatados eran miocénicos. Hoy se piensa que éstos pueden ser también paleógenos.

En junio de 1976 visitamos nuevamente el yacimiento en compañía de A. Corrochano y J. L. Quiroga, por entonces realizando el estudio geológico de las hojas 369 y 397. En esta ocasión encontramos más placas de quelonios y una de cocodrilo.

Dado que el pequeño tamaño de la placa nucal, encontrada en 1969, nos recordaba al de los cuatro pelomedúsidos hallados en Sanzoles (Z-11) por R. T. J. Moody y el autor de estas líneas, dimos nuestra opinión sobre una *edad inferior al Luteciense Medio.* Corroborándola, A. Corrochano descubrió pocos días después, espinas y vértebras de peces, que podrían corresponder a *Characidae,* con todas las reservas que nos impone lo precario del material disponible, y que, de confirmarse, datarían el yacimiento dentro del intervalo Sparnaciense-Luteciense Inferior basal, por comparación con los yacimientos franceses (CAPETTA, RUSSELL & BRAILLON, 1972).

PUNTOS DISPERSOS AL S DEL RIO DUERO.

De momento hemos de incluir dentro de este apartado tres localidades.

La primera (Z-13) se debe a una información de A. Corrochano, que dice haber hallado restos de vertebrados muy astillados en la base del Teso de la Parva, en Santa Clara de Avedillo.

Las otras dos se han descubierto como resultado de las pesquisas que hemos realizado con destino a la confección del mapa geológico 1:50.000, hoja 426 (Fuentesauco) y son:

Teso Mirador (Z-14). Situado entre Argujillo y Fuentesaúco, un Km. al E del Km. 27 de la carretera que une ambas poblaciones (41° 17′ 30″ N - 1° 51′ W). Se han encontrado una placa de cocodrilo de pequeño tamaño y otra de quelonio (*Pelomedúsido?*). Por correlación litoestratigráfica con las series de Corrales puede corresponder al Luteciense Superior.

Fuentesaúco (Z-15). Canteras que se hallan a 1,5 kilómetros al E de la población, 100 m. al N del Km. 24,2 de la carretera Fuentelapeña-Fuentesaúco. Ha suministrado diversas placas de Pelomedúsidos. Pensamos que su situación corresponde a la transición Luteciense-Ludiense o, mejor, a los tramos superiores del Teso de la Flecha ("areniscas de Cabrerizos") o inferiores del Ludiense de Aldearrubia (JIMÉNEZ, 1972).

ESCARPES DEL GUAREÑA.

La confección del mapa geológico de la hoja 426 (Fuentesaúco) ha proporcionado otros tres puntos en los escarpes de la orilla derecha del río Guareña. Son los siguientes:

Barranco de la Ventosilla (Z-16). Situado a 300 metros al E de la carretera Valladolid-Salamanca, Km. 192,0 (en el M. T. N 1:50.000, edición 1951, figura como Km. 70). En este lugar se han encontrado tres niveles superpuestos con quelonios. Hasta ahora, el inferior ha suministrado *pelomedúsidos* y *trionicideos*. Estos últimos aparecen en los otros dos, observándose un aumento progresivo en el espesor de las placas. El punto debe corresponder al que ha sido citado, sin precisión toponímica, por CORRALES, CORROCHANO & VALLADARES (i. l.).

Los regatones (Z-17) (41° 11′ 40″ N- 1° 36′ 10″ W). Situado en la provincia de Valladolid. Se han encontrado, muy dispersos, fragmentos de huesos largos de vertebrados y placas de cocodrilos y de trionicideos.

Al S de los Pradejones (41°10′ 00″ N - 1° 36′ 00″ W). Fragmentos de trionicideos de *gran grosor* (Z-18).

SINTESIS CRONOESTRATIGRAFICA.

EOCENO INFERIOR Y/O LUTECIENSE INFERIOR (Z-2, 3, 5, 6, 9a, 9b, 10, 11, 12, Z-7?).

Si, como pensamos, se confirma la presencia de *Characidae*, recientemente descritos en Francia (CAPETTA, RUSSELL & BRAILLON, 1972) y en Cerdeña (CAPPETTA & THALER, 1973), el nivel —o niveles— de peces zamoranos (Z-2, 5, 6, 9a, 9b, 10, 11, 12) correspondería al Eoceno Inferior o bien al Luteciense Inferior. Ello está totalmente de acuerdo con su posición infrayacente respecto al yacimiento descrito por Román & Royo Gómez (Z-1).

Acompañando a los peces, se encuentran quelonios y crocodileos. Entre aquéllos destaca *Allaeochelys casasecai* (Z-2, 3; 5, 11); ha sido hallado también en Fuentecarnero (Z-7), pero ignoramos exactamente a qué altura, por lo que no descartamos su presencia en el Luteciense Medio.

Los *Pelomedúsidos* están representados en los niveles de peces con formas de pequeño, en Sanzoles y en Cubillos (Z-11, 12), y de gran y mediano tamaño en Corrales (Z-5).

Conviene aclarar un detalle de nomenclatura: en 1970 creamos el término "Preluteciense" para definir la edad de los estratos situados bajo los niveles mammalógicos de Corrales. En ellos se incluian las formaciones situados al W y los tejares de dicha población, poniendo como techo una pequeña discordancia erosiva situada encima de éstos (hoy pensamos que se trata de uno de tantos fenómenos postsedimentarios de los que se dan en todo el Paleógeno).

Posteriormente, en Salamanca (JIMÉNEZ, 1972, 1973), definimos mejor el Preluteciense, que representa un estadio climático netamente diferente, más húmedo y cálido). En tal sentido hay que separar del Preluteciense algunas de las formaciones zamoranas al W de Corrales, dejando únicamente

CUADRO I

Yacimientos fosilíferos paleógenos de Zamora

Punto.		FAUNA							EDAD							
Z-1 .	Corrales. Canteras (desaparecidas).							M				D				
Z-2 .	Corrales. Bodegas.		P	QA	QP		Co		B							
Z-3 .	Corrales. Pozos ribera derecha Valparaíso.			QA	QP		Co		B							
Z-4 .	Corrales. Tejares.	T								C						
Zi-5 .	Casaseca de Campeán. "Las Zorras".		P	QA	QP				B							
Z-6 .	Gema.		P						B							
Z-7 .	Corrales - Fuenteelcarnero.			QA	QP				B	C	D					
Z-8 .	Sanzoles. Dehesa de Valdemimbre.							M							G	
Z-9a.	Cuesta del Viso.		P		QP		Co		B							
Z-9b.	Cuesta del Viso.		P						B							
Z-9c.	Cuesta del Viso.							M?			D					
Z-10.	Sanzoles, carretera.		P		QP				B							
Z-11.	Sanzoles. Camino a "Escobar".		P	QA	QP				B							
Z-12.	Cubillos.		P		QP		Co		B							
Z-13.	Teso de la Parva.							M?			D	E				
Z-14.	Teso Mirador.				QP		Co					E				
Z-15.	Fuentesaúco.				QP								F			
Z-16.	Barranco de la Ventosilla.				QP	QT	Co									H
Z-17.	"Los Regatones".					QT	Co	M?								H
Z-18.	"Los Pradejones".					QT										H

FAUNA.

- T: Troncos silicificados.
- P: Peces.
- QA: Quelonios Carettoqueloideos.
- QP: Quelonios Pelomedúsidos.
- QT: Quelonios Trionicideos.
- Co: Crocodileos.
- M: Mamíferos.

EDAD.

- B: Eoceno Inferior y/o Luteciense Inferior.
- C: Transición al tramo superior del Luteciense Medio.
- D: Tramo superior del Luteciense Medio.
- E: Luteciense Superior (?).
- F: Transición Luteciense-Ludiense.
- G: Ludiense.
- H: Oligoceno.

(El Paleoceno no ha dado fósiles.)

como tales las descritas por CORROCHANO & QUIROGA (1975). Hasta el presente, no ha dado fósiles ni en Zamora ni en Salamanca.

Si se concretase una edad anterior al Luteciense para los niveles de peces zamoranos (Sparnaciense, Ypresiense?) habría que cambiar la terminología de las formaciones más antiguas, posponiendo al prefijo dicha edad obtenida entonces. Dicho esto, cabe preguntarse si no es tiempo ya de decir algo que desde hace mucho creemos: *SE DEBE SUSTITUIR el término Preluteciense por PALEOCENO*. Aún en el caso de que los peces fuesen de edad Luteciense Inferior, seguiríamos pensando que el estadio paleoclimático hiperhúmedo es paleocénico. Este, en Zamora y Salamanca parece ser continuación atenuada del finicretácico continental de algunas zonas de Francia. El problema en el Valle del Duero no parece estar en su techo, sino en sí su muro —las costras ferrolíticas de la Peña del Hierro en Salamanca o las del borde occidental zamorano (JIMÉNEZ, 1972; CORROCHANO & QUIROGA, 1975)— *rebasa los límites del Terciario o no.*

TRANSICION AL TRAMO SUPERIOR DEL LUTECIENSE MEDIO (Z-4, 7?).

Por su posición estratigráfica, los tejares de Corrales (Z-4) están situados entre los niveles de peces y el de *Chasmotherium-Lophiodon*. Se han encontrado restos de troncos fósiles de *Taxaceae* (cf. *Torreya*).

Es posible también la posición intermedia del punto situado entre Corrales y Fuentecarnero (Z-7), con *Allaeochelys* y otros quelonios.

LUTECIENSE MEDIO (Z-1, 9c, 13?, 7?).

La datación de ROMÁN & ROYO GÓMEZ (tramo superior del Luteciense Medio) es la más concreta del Paleógeno durense. Pueden corresponder a este nivel, además de las canteras de Corrales (Z-1), el superior fosilífero del cerro del Viso (Z-9c) y, posiblemente, el del Teso de la Parva (Z-13).

Tampoco hay que descartar que el de Fuentecarnero (Z-7) corresponda realmente a esta edad.

LUTECIENSE SUPERIOR (Z-14, Z-13?) (?).

Por correlación litoestratigráfica hemos deducido que las placas de quelonio y cocodrilo encontradas en el Teso Mirador (Z-14) corresponden a un nivel por encima del mammalógico de Corrales. Quizás también lo sea el del Teso de la Parva, cuya posición exacta no conocemos (Z-13).

TRANSICION LUTECIENSE-LUDIENSE (Z-15).

Esta denominación se basa en la posición estratigráfica de las capas fosilíferas del Teso de la Flecha (*"Areniscas de Cabrerizos"*) con respecto a las de San Morales (*"Areniscas de Aldearrubia"*). Estas son ludienses, sin que se pueda de momento concretar más. Esta imprecisión cronológica para las cajas de San Morales hace pensar que el techo de las *areniscas de Cabrerizos* pueda penetrar dentro de la edad Ludiense. Como, por otra parte, tampoco está claro su muro, resulta más correcto no especificar ningún piso para denominarlas.

Corresponde a esta transición el yacimiento situado al E de Fuentesaúco (Z-15). Con respecto a los niveles fosilíferos del Teso de la Flecha, diríamos que se equipara con el superior, e incluso puede que el de Fuentesaúco sea algo más alto.

LUDIENSE (Z-8).

Corresponde a esta edad la datación efectuada en la dehesa de Valdemimbre (Sanzoles) (Z-8) por CRUSAFONT & TRUYOLS (1957). En principio tuvimos dudas sobre su exactitud, pues nuestras investigaciones en Sanzoles más parecen dar una edad Luteciense que Ludiense (en la población). Sin embargo, ante la complejidad tectónica que estamos descubriendo en zonas próximas nos abstendremos de negarla mientras no hagamos un estudio detallado del área.

OLIGOCENO (Z-16, 17, 18).

La fauna encontrada en los escarpes de la orilla derecha del Guareña (Z-16, 17, 18) no es muy significativa. Los *trionicideos* son particularmente abundantes en el Oligoceno europeo, pero esto no

quiere decir nada dada la gran amplitud vertical de este grupo de quelonios.

Sin embargo pensamos que son postludienses por la frecuencia litológica en que se presentan y que constituye un paso más avanzado en la evolución paleoclimática del Paleógeno durense hacia la mayor aridez esporádica del Mioceno (JIMÉNEZ, 1974). Por ello no encontramos ningún reparo en definirlos como oligocénicos.

Con posterioridad a la entrada en imprenta de esta monografía hemos de reflejar cuatro noticias que la afectan, aunque no la modifican. Dos se refieren a reclasificaciones de especies de los yacimientos fosilíferos de Corrales, y las otras dos, a nuevos hallazgos. Son las siguientes:

1. Recientemente, nuestro estimado colega M. TELLES ANTUNES ha descrito un nuevo género y especie de crocodileo, *Iberosuchus macrodon*, a partir de piezas procedentes de Corrales y de otros puntos de la Península Ibérica. Creemos que el nivel en que fueron recogidas dichas piezas corralinas, por su descripción estratigráfica, debe corresponder al "de peces" (Eoceno Inferior y/o Luteciense Inferior) y no al de las canteras (Luteciense Medio).

2. Aún más reciente ha sido la presentación de la tesis doctoral de *P. Dedieu* (1976), en la que sobre la fauna del clásico yacimiento de Issel crea el género *Thinolophiodon* para la anterior especie *isselense*, también señalada en Argenton. Dado que *L. isselense* fue una de las especies encontradas en Corrales, consideramos necesaria una revisión de los ejemplares que se conservan en el M. N. C. N. de Madrid.

3. En diciembre de 1976, investigando en las proximidades de Casaseca de Campeán, encontramos un nuevo afloramiento del "nivel de peces" (que habría que numerar Z-19) entre esta población y Corrales, en la falda SW del cerro Mayas (41° 22'00" N - 2° 03'00" W), a una cota de 780 m. El hecho en sí no tiene excesiva importancia por estar situado a la misma altura y a sólo dos kilómetros del yacimiento de "Las Zorras" (Z-5), del que evidentemente es su continuación, corroborando nuestras impresiones con respecto a la gran extensión del nivel de peces", que ya apuntábamos en 1974.

4. Mayor importancia tiene otro descubrimiento del nivel de peces efectuado en los escarpes al SE de Villalazán, al realizar los trabajos de campo para la confección de la hoja 398, situada inmediatamente al W. El paraje es conocido como "El Pendón" (41° 29'0" N - 1° 52'54" W) y su altura 690 m. Además de espinas, vértebras y dientes de peces, se encuentran gran cantidad de placas de quelonios de pequeño espesor (X-20). El hallazgo modifica, junto a la edad de los escarpes, nuestra concepción sobre la falla del arroyo Talanda (JIMÉNEZ, 1970, ARRIBAS & JIMÉNEZ, 1971) cuyo salto se había considerado excesivo. La diferencia de altura con respecto a los niveles de peces del Cerro del Viso (Z-9, 730 m) situado a cuatro kilómetros al SW es de 40 m. Sin embargo, está aproximadamente a la misma altura que los yacimientos de Sanzoles (Z-10, Z-11).

BIBLIOGRAFIA

AERO-SERVICE, LTED.: *Mapa Geológico de la Cuenca del Duero* 1:250.000. Inst. Nac. Colonización y IGME. Madrid (Informe privado) (1967).

ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E.: *Geología de Zamora*. In "Mapas provinciales de suelos: Zamora". Mapa Agronom. Nac.; Minist. Agricult., pp. 8-29, Madrid (1967).

ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E.: *Mapa Geológico de España* 1:200.000. *Síntesis de la cartografía existente. Hoja 29 (Valladolid)*. IGME. Madrid (1971).

ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E.: *Mapa Geológico de España* 1:200.000. *Síntesis de la cartografía existente. Hoja 37 (Salamanca)*. IGME. Madrid (1972).

CAPPETTA, H.; RUSSELL, D. E., y BRAILON, J.: *Sur la découverte de Characidae dans l'Éocène inférieur français (Pisces, Cypriniformes)*. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., 51; 37-50; 2 pl., París (1972).

CAPPETTA, H. y THALER, L.: *Presence de poissons Characidae, caractéristiques de l'Éocène inférieur européen, dans la formation lignitifére de Sardaigne*. Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari; suppl. vol. 43, 69-71, 1 fig. (1973).

CORRALES, I.; CORROCHANO, A., y VALLADARES, I. (i. l.): *Algunas consideraciones sedimentológicas sobre el Terciario de Fuentelapeña (provincia de Zamora)*. Presentado en la VII Reunión del Grupo Español de Sedimentología (Themp, Lérida, septiembre) (1974).

CORROCHANO, A. y QUIROGA, J. L.: *La discordancia Paleozoico-Terciaria al SW de Zamora*. Stvd. Geol., 7; 123-130, Salamanca (1974).

CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J.: *Algunas precisiones sobre la edad y extensión del Paleógeno de las provincias de Salamanca y Zamora*. Curs. y Conf. Inst. Lucas Mallada; 4; 83-85, Madrid (1957).

DEDIEU, P.: *Les papiroidea (Mammalia, Perissodactyla) du gisement lutétien d'Issel (Aude)* Thèse Doct., Universidad Poitiers, 179 pp., 11 figs, 25 tabl., 4 pls (1976).

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y DANTÍN CERECEDA, J.: *Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia*. Com. Invest. Paleont. y Prehist.; 5; 1-295, Madrid (1915).

HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. y A.: *Memoria explicativa de la hoja 369 (Coreses)*. IGME, pp. 1-45, Madrid (1954).

JIMÉNEZ, E.: *Stereogenys salmanticensis, nov. sp. quelonio eocénico del Valle del Duero*. Est. Geol., 24, 191-203, 4 figs., Madrid (1968).

JIMÉNEZ, E.: *Estratigrafía y Paleontología del borde suroccidental de la Cuenca del Duero.* Tesis Doctoral, 325 páginas, Salamanca (1970).

JIMÉNEZ, E.: *Primer Pseudotrionyx español: Allaeochelys casasecai, nov. sp., del Luteciense de Corrales (Zamora).* Est. Geol., 27, 153-166, 9 figs., Madrid (1971 a).

JIMÉNEZ, E.: *Nuevos fragmentos específicos de Pelomedúsidos lutecienses del Valle del Duero.* Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (G.), 68, 243-258, 5 figs., Madrid (1971 b).

JIMÉNEZ, E.: *El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. I: Los escarpes del Tormes.* Stvd.. Geol., 3, 67-110, Salamanca (1972).

JIMÉNEZ, E.: *El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. II: La falla de Alba-Villoria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicas.* Stvd. Geol., 5, 107-136, Salamanca (1973).

JIMÉNEZ, E.: *Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica.* Bol. Geol. y Min., 85 (5), 518-524, Madrid (1974).

ROMÁN, F.: *Algunos dientes de Lofiodóntidos descubiertos en España.* Com. Invest. Paleont. y Prehist., 33, 1-22, 4 figs., Madrid (1923).

ROMÁN, F., & ROYO GÓMEZ, J.: *Sur l'existence de mammiféres lutéciens dans le Bassin du Douro (Espagne),* C. R. Ac. Sc., París, 1975, 175, 1221-1223 (1922).

TELLES ANTUNES, M.: *Iberosuchus, crocodile Sebecosuchien nouveau, l'Eocène Iberique au Nord de la Chaine Centrale, et l'origine du canyon de Nazaré.* Comunic. Serv. Geol. Portugal, 59, 285- 330, 5 figs, 3 tabls, 9 pls., Lisboa (1975).

VILANOVA, J.: *Noticia de vertebrados hallados en Sanzoles (Zamora),* Act. R. Soc. Española Hist. Nat., 2, pp. 42, 47 y 52, Madrid (1873).

Recibido: Septiembre 1976.

Boletín Geológico y Minero. T. LXXXVIII-V. Año 1977 (365-370).

GEOLOGIA

Significado estructural de los diferentes afloramientos graníticos(*) en un área del Sistema Central Español

Por A. G. UBANELL (**)

RESUMEN

Se numeran y describen someramente los diferentes afloramientos graníticos presentes en el Sistema Central Español entre el meridiano de Arenas de San Pedro y el macizo metamórfico de El Escorial-Villa del Prado. Se intenta establecer su relación con otras rocas graníticas del Macizo Hespérico y finalmente se determinan las directrices estructurales a favor de las cuales han intruido estas rocas.

ABSTRACT

The granitic rocks of one area of the Spanish Central System are described. This rocks are related with the other granitic rocks of the Hesperian Massive and, finally, the structural lines on behalf of wich this rocks make intrusión, are pointed out.

INTRODUCCION

Como consecuencia del trabajo de investigación que venimos realizando desde hace algún tiempo en el Sistema Central Español se ha puesto de manifiesto la existencia de diferentes intrusiones plutónicas cuyo emplazamiento se ha producido en distintos momentos a lo largo del tiempo.

Esto ha permitido deducir ciertas líneas de debilidad cortical a lo largo de las cuales han aflorado estos plutones.

El área elegida es la comprendida entre el meridiano de Arenas de San Pedro y el afloramiento metamórfico de El Escorial-Villa del Prado.

No pretende esta publicación ser de carácter petrológico, ya que tan sólo se trata de poner de manifiesto las directrices estructurales definidas por la colocación de distintos cuerpos plutónicos. Así, pues, se han diferenciado los diversos plutones en base a criterios de campo si bien se han estudiado algunas láminas delgadas para determinaciones mineralógicas. Las clasificaciones petrológicas se han tomado de la escasa bibliografía existente.

En cuanto al nivel de comparación se ha elegido el granito biotítico (granodiorita tardía), el único datado en esta zona (MENDES et alt., 1972), que es el que presenta mayor extensión de afloramiento. De esta forma, hemos dividido las rocas plutónicas en anteriores al granito biotítico y posteriores al mismo.

Evidentemente esta clasificación temporal no es muy precisa pero creemos que hasta que se realicen dataciones absolutas en todas estas rocas puede ser de utilidad el siguiente cuadro de edades relativas:

I. *Granitos de dos micas pre-granito biotítico.*

Estructurados:

a) Granito de Sierra de San Vicente.
b) Granito de Sierra Yemas.
c) Granito de Villa del Prado.

Sin estructurar:

a) Granito del Puerto de Menga.
b) Granito de Mijares.

II. *Granito biotítico.*

III. *Granitos post-granito biotítico.*

a) Leucograníticos y granitos aplíticos.
b) Granitos de dos micas (stocks de Navaluenga, La Paramera y el Berrocal).

(*) El término granito en todo este trabajo se utiliza "sensus latus".

(**) Cátedra de Geodinámica Interna. Facultad de Ciensias Geológicas. Universidad Complutense. Madrid-3.

IV. *Granitos de posición estructural incierta.*

a) Granito de la Hija de Dios.

b) Granito de Cardeñosa.

I. *Granitos de dos micas pre-granito biotítico.*

Estructurados.

En general, se caracterizan por estar más o menos deformados por alguna fase de la orogenia hercínica, por la presencia de aluminosilicatos y por su asociación a rocas metamórficas.

a) Granitos de la Sierra de San Vicente.

Han sido analizados por CASQUET (1975) que define en la Sierra de San Vicente una serie de diques y venas concordantes (sills) y discordantes de granitoides leucocráticos de dos micas.

Están formados por granitos aplíticos moscovíticos con algo de biotita con mucha turmalina y con pegmatitas en masas irregulares o nódulos.

Su mineralogía es cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, moscovita, biotita, turmalina y granate. Lo clasifica como una monzonita aunque algunas muestras tienen tendencia alcalina y granodiorítica.

Tanto las plagioclasas como las micas poseen una marcada orientación.

Su origen es intrusivo y su emplazamiento se produce antes de F_2 continuando durante ésta y con posterioridad a ella.

b) Granitos de Sierra Yemas.

Estudiados por CAPOTE (1971, 1973) forman un pequeño stock en la Sierra Yemas de granito leucocrático.

Es de grano medio a fino y está constituido por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, biotita, moscovita, sillimanita, apatito y circón con una facies pegmatítica con granates en el borde sur.

La orientación viene señalada por las micas y su emplazamiento es posterior a F_2 y anterior a F_3.

c) Granitos de Villa del Prado.

Aflora al N de Villa del Prado, constituyendo un stock de unos 8 km^2 dentro del macizo metamórfico de El Escorial-Villa del Prado.

El estudio del mismo se debe a PEINADO (1973) quien dice que es un granito de grano grueso a medio con fenocristales de feldespato compuesto por cuarzo (muy tectonizado), moscovita, biotita, feldespato potásico, plagioclasas, sillimanita, circón y apatito.

Lo clasifica como ademellita o granodiorita (Nockolds) o monzogranito y granidiorita (Streckeisen).

Según Peinado sólo presenta orientación en los bordes del plutón. Su emplazamiento es anterior o sincrónico con F_3.

Sin estructurar.

Se distinguen por ser granitos de dos micas con aluminosilicatos con zonas en las que abundan los enclaves de rocas metamórficas.

a) Granito del Puerto de Menga.

Aparece al SE del Puerto de Menga en un pequeño afloramiento cuya morfología recuerda a la de las rocas metamórficas.

Es un granito de dos micas de grano medio a fino, con concreciones biotíticas y gran cantidad de restos metamórficos. En algunas áreas la foliacion definida por las micas y feldespatos es muy visible, en otras no es tan marcada.

Está formado por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, moscovita, biotita, cordierita y gran abundancia de restos metamórficos que en ciertas zonas le asemejan más a una anatexita que a un granito.

La relación estructural con el encajante no se ha observado pero por mineralogía y comparación con otras rocas del Macizo Hespérico se deduce que es anterior al granito biotítico.

b) Granito de Mijares.

Se sitúa entre los valles del Alberche y Tiétar ocupando gran parte del horst central que divide las cuencas de estos dos ríos. Constituye un afloramiento en dirección NE-SW cuya forma viene condicionada por la intrusión del granito biotítico y la fracturación.

Es un granito de dos micas de tonos claros, de grano medio a grueso excepto en el borde sur donde se transforma en una facies de grano fino muy leococrática. En otros lugares adquiere textura porfídica con megacristales de feldespato, estrechos y alargados, cuyo tamaño medio es de 2 cm.

En la zona norte aparecen concreciones de biotita de 1 a 2 cm de tamaño. Al N del Puerto de Mijares y en Piedralaves contiene gran cantidad de enclaves de rocas metamórficas de tamaño métrico a decamétrico y en el mismo Puerto de Mijares presenta granates cuyo diámetro medio suele ser de 0,5 cm aunque algunos alcanzan los 2 cm.

Sin embargo, la característica más notable es la gran cantidad de segregaciones y diques pegmatíticos que se desarrollan en toda la zona sur del afloramiento. Tales pegmatitas que fueron estudiadas por FÚSTER e IBARROLA (1951) alcanzan potencias considerables (más de 30 m según dichos autores).

Mineralógicamente está constituido por feldespato potásico, cuarzo, plagioclasas, biotita, moscovita y cordierita. Esta última es visible, a simple vista, en la zona norte en forma de gránulos milimétricos resistentes a la erosión.

Su emplazamiento es anterior al granito biotítico, observándose esto en el límite sur (Valle del Tiétar) en donde el granito biotítico corta al de dos micas e inyecta dentro de él algunos diques de su misma composición.

II. *Granito Biotítico.*

Denominamos como tal a las rocas graníticas que en la bibliografía figuran como granodioritas o adamellitas tardías que constituyen la mayoría de las rocas plutónicas el Sistema Central. No se han cartografiado diferenciaciones mineralógicas, etc., ya que ello sería salirse del objetivo de esta nota.

A grandes rasgos (1) puede decirse que es un granito de grano medio a grueso, de tonos grises, presentando o no zonas con megacristales de feldespato. En ciertos lugares contiene enclaves de rocas metamórficas, en otros se caracteriza por la presencia de aluminosilicatos. A veces, los minerales definen una orientación (áreas próximas a la parte sur del metamórfico de Ojos Albos-La Cañana-Cebreros), aunque lo normal es lo contrario.

La mineralogía más corriente de estas rocas es cuarzo, feldespato potático, plagioclasas y biotita.

Las edades absolutas del mismo calculadas por MENDES et al. (1972) en las granodioritas de San Rafael y Villacastín dan la cifra de 271 ± 16 m. a. y 278 ± 16 m. a., respectivamente, que las sitúa entre el Carbonífero y el Pérmico, es decir, tardihercínicas.

III. *Granitos postgranito biotítico.*

a) Leucogranitos y granitos aplíticos.

Con este nombre quedan englobados en la cartografía los granitos leucocráticos, aplíticos y microporfídicos que forman un afloramiento estrecho y alargado en dirección N-S entre los metamórficos de Cebreros y El Escorial-Villa del Prado.

Los leucocráticos, que son los que alcanzan mayor desarrollo, son de tonos claros, de granos medio a fino sin megacristales de feldespato. Los minerales esenciales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, biotita y, en ciertas zonas, granates.

PEDRAZA (1973) los clasifica como adamellita, mientras que APARICIO et al. (1975) los dan como leucogranodiorita.

El aplítico tiene la misma composición mineralógica, pero con menor contenido en plagioclasas y biotita (PEDRAZA, 1973).

En cuanto al microporfídico, APARICIO et al (1975) lo consideran como leucoadamelita, caracterizada por la presencia de pequeños cristales de feldespato.

Aún cuando en el contacto entre el leucocrático y el biotítico no se ha podido determinar claramente cuál es anterior, se deduce que el primero es posterior, ya que en el biotítico intruyen diques del leucocrático. Finalmente, el aplítico y el microporfídico son intrusivos sobre el leucocrático.

b) Granitos de dos micas.

Estás representados por tres stocks principales, Navaluenga, La Paramera y El Berrocal. Los tres son netamente posteriores al biotítico, si bien su introdución ha debido de producirse en distintos momentos, ya que presentan algunas características distintas.

Así el stock de Navaluenga está formado por granito de dos micas, leucocrático, de grano medio a grueso y, en algunos sitios, tiene megacristales de feldespato estrechos y alargados.

Los minerales esenciales son: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, moscovita y biotita. Una característica típica es la gran cantidad de circones que aparecen dentro de las biotitas.

APARICIO et alt. (1975) lo clasifica como leucoadamellita.

El stock de La Paramera es de muy reducidas dimensiones. La roca es de tonos claros, grano fino, formada por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, moscovita y biotita.

Finalmente, el stock del Berrocal es un granito leucocrático con diferenciación apical aplítica. Carece de megacristales de feldespato, excepto en al-

(1) Una descripción mucho más completa puede encontrarse en APARICIO et alt., 1975.

gunos lugares del contacto con la roca de caja en los que aparecen cristales cuadrangulares de microclina.

Está compuesto por cuarzo, feldespato potásico (ortosa y microclina), plagioclasas y biotita.

ARRIBAS (1965) lo clasifica como granodiorita, mientras que PEDRAZA (1973) lo da como adamellita.

Su intrusión es claramente posterior al biotítico, como ya demostramos en un trabajo anterior (UBANELL, 1976).

IV. *Granito de posición estructural incierta.*

a) Granito de la Hija de Dios.

Se trata de un granito de dos micas aflorante al N del Puerto de Menga, cerca de la localidad de la Hija de Dios, en forma de banda estrecha y alargada de E a W.

Es de grano fino, de tonos claros, sin megacristales de feldespato, compuesto por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, moscovitas y biotita.

b) Granito de Cardeñosa.

Se encuentra al S de Cardeñosa, entre esta localidad y la ciudad de Avila. Forma un afloramiento un poco alargado en dirección E-W.

Casi todo él es de dos micas y de grano fino. Sin embargo, la más notable de éste es la presencia en una zona del borde sur de una facies de nódulos de biotita, en la que el grano es todavía más fino y en el que aparecen algunos pequeños cubos de pirita.

En estos dos afloramientos graníticos no se ha podido determinar la relación estructural con el biotítico y, como se carece de un estudio petrológico de los mismos, es por lo que se les sitúa en posición dudosa hasta que estos términos sean aclarados y se los pueda colocar en el lugar que les corresponda.

RELACION DE ESTAS ROCAS CON LAS DEL MACIZO HESPERICO.

I. *Granitos de dos micas pregranito biotítico.*

Estructurados.

La equivalencia entre estas rocas y sus correspondientes del Macizo Hespérico pueden deducirse por su relación con las fases tectónicas que las deforman y por su estudio petrológico. Como esto ha sido puesto de manifiesto por los autores que las han estudiado (CASQUET, CAPOTE y PEINADO) no nos extendemos sobre ello.

Sin estructurar.

Sin embargo, los granitos de dos micas sin estructurar que aquí aparecen no se encuentran estudiados por ningún autor (algunos incluso han negado su existencia (BARD, CAPDEVILA y MATTE, 1970). Por ello abordamos el problema de su relación. Sobre todo en el granito de Mijares, el que mayor extensión de afloramiento presenta, es en el que más fácilmente puede establecerse tal relación.

Así, sabemos que éste es anterior al granito biotítico por estudio de campo. Además posee una gran cantidad de pegmatitas (cosa que no ocurre en el biotítico ni en los postbiotíticos), de enclaves de rocas metamórficas, composición leucocráticas y aluminosilicatos, características, todas ellas, que coinciden con las que señalan CAPDEVILA y FOOR (1970) para los granitos de dos micas.

Por lo tanto creemos que el granito de Mijares puede pertenecer a los granitos de dos micas de la serie alcalina de CAPDEVILA y FLOOR, o bien a los granitos de dos micas del grupo III de los "younger" de Oen Ing Soen (1970).

En cuanto al granito del Puerto de Menga, dada la gran cantidad de restos de rocas metamórficas que conserva (pueden verse incluso pliegues), la abundancia de biotita, aluminosilicatos, etc., parece lógico asimilarle a los granitos de anatexia de la serie alcalina de CAPDEVILA y FLOOR (op. cit.).

II. *Granito biotítico.*

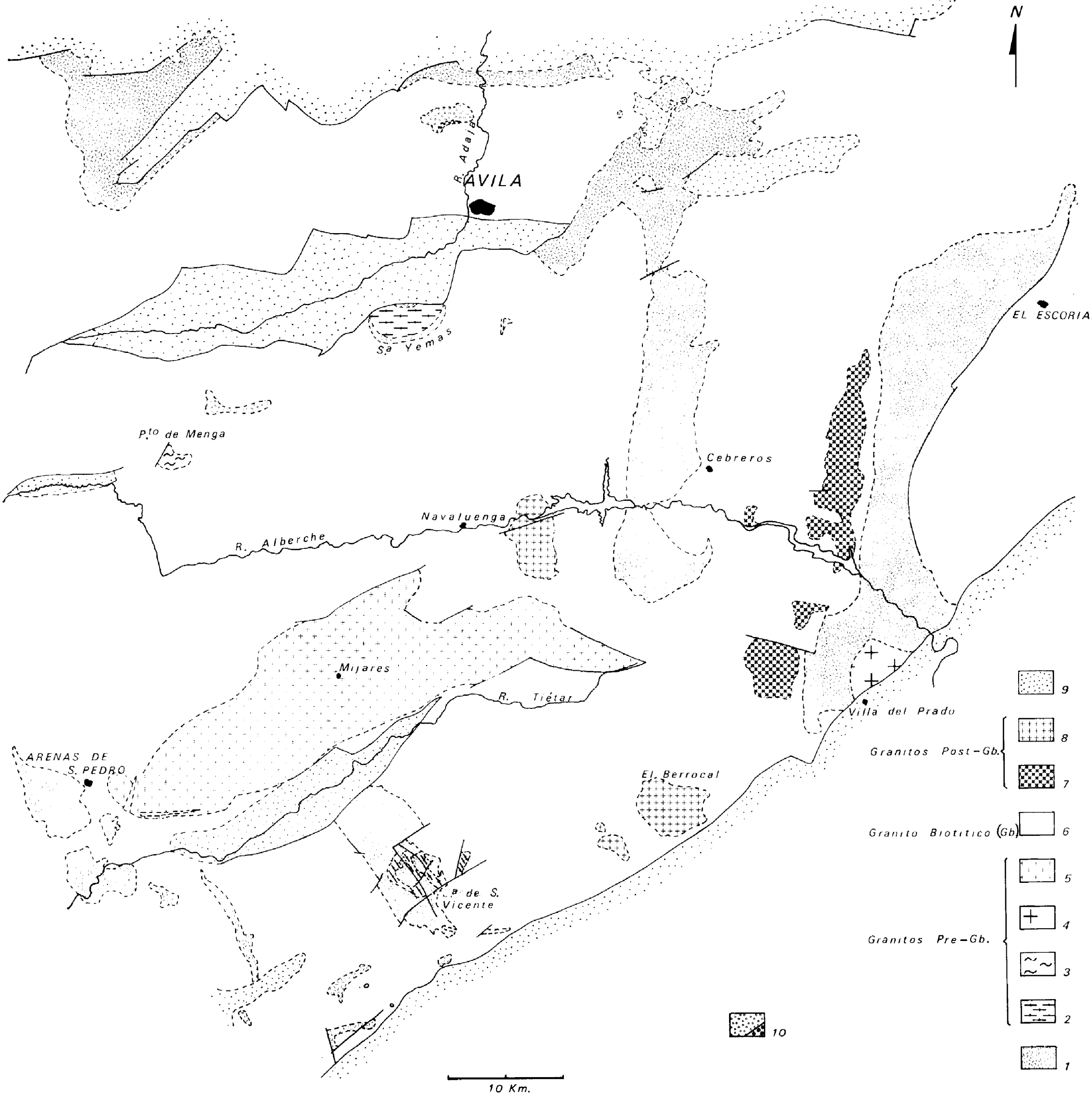
Como se ha señalado antes, éste equivale a las granodioritas tardías de la serie calcoalcalina de los anteriores autores o al grupo IV (granito biotítico) que Oeng Ing Soen (1970) señala dentro de los "younger".

III. *Granitos postgranito biotítico.*

a) Leucogranitos y granitos aplíticos.

Por ser posteriores al biotítico, el único grupo con el que se les puede relacionar es con el grupo V de Oeng Ing Soen (op. cit.) (granitos de grano fino —aplogranitos—).

7) Leucogranitos y granitos aplíticos,
Terciarios; 10) Granitos de posición estructural



1) Rocas Metamórficas; 2) Granitos estructurados de Sierra de San Vicente y Sierra Yemas; 3) Granito de anatexia del Puerto de Menga; 4) Granito de Villa del Prado; 5) Granito de Mijares; 6) Granito biotítico; 7) Leucogranitos y granitos aplíticos; 8) Granitos de El Berrocal y de Navaluenga; 9) Sedimentos Mesozoicos y Terciarios; 10) Granitos de posición estructural dudosa —los puntos negros gruesos señalan la facies de nódulos—

b) Granitos de dos micas.

No se ha encontrado en la bibliografía existente ninguna referencia a este tipo de granitos, por lo tanto, lo único que podemos afirmar es que son posteriores al biotítico. Como tampoco se ha encontrado en contacto con los leucogranitos y granitos aplíticos tampoco es posible establecer su cronología relativa con respecto a ellos.

Finalmente, nada puede decirse de los de posición estructural incierta, debido precisamente a esta incertidumbre.

Líneas estructurales definidas por estos afloramientos.

Los granitos estructurados se encuentran orientado en dirección Hercínica (Sierra de San Vicente, NW-SE o en dirección E-W (Sierra Yemas).

Nada puede decirse de las demás rocas graníticas anteriores al granito biotítico, porque la intrusión de éste ha borrado la forma primitiva de aquéllos.

Sin embargo, la intrusión del biotítico se ha producido a lo largo de unas marcadas líneas. En primer lugar, como puede observarse en la figura, tenemos la dirección Hercínica NW-SE presente en los contactos con los metamórficos de Arenas de San Pedro, Sierra de San Vicente, el intermedio entre estas dos y el borde sur de Muñico.

En segundo lugar, la dirección NE-SW visible en los bordes N y S del granito de Mijares, y en las zonas N de los macizos metamórficos de El Escorial-Villa del Prado y de Cebreros. (Esta misma dirección ha sido señalada por el profesor García de Figuerola —com. personal— al W de nuestra zona.)

En tercer lugar, la dirección N-S, netamente expuesta en los dos metamórficos anteriores.

Finalmente, otra dirección, tan sólo desarrollada al N de Avila, que es la E-W.

Así, pues, la intrusión del granito biotítico tiene lugar a lo largo de dos direcciones principales, NE-SW y N-S, y dos secundarias, NW-SE y E-W, para esta región del Sistema Central.

Respecto a los granitos posteriores al biotítico se observa claramente la dirección N-S para los leucogranitos y para el granito de Navaluenga. No resulta tan discutible para el del Berrocal, que probablemente responda a otra dirección, que seguimos investigando tomando una base más amplia de comparación, que, en su momento, expondremos.

CONCLUSIONES.

De lo anteriormente expuesto llegamos a las siguientes conclusiones:

1.º Existen tres secuencias de intrusión de cuerpos plutónicos, en el área estudiada: Granitos anteriores al biotítico, granito biotítico y granitos posteriores a éste.

2.º Dentro de cada secuencia hay diferentes tipos de rocas graníticas, algunas de las cuales se citan por primera vez.

3.º Del estudio estructural se deduce que la intrusión de granito biotítico tiene lugar a través de dos líneas fundamentales, NE-SW y N-S, y de dos secundarias, NW-SE y E-W.

4.º La línea de debilidad cortical, N-S, sigue actuando posteriormente, aprovechándola los granitos posteriores al biotítico para intruir a lo largo de ella.

BIBLIOGRAFIA

APARICIO, A.; BARRERA, J. L.; CARABALLO, J. M.; PEINADO, M., y TINAO, J. M.: *Los materiales graníticos Hercínicos del Sistema Central Español.* "Mem. del IGME, 88, Madrid (1975).

ARRIBAS, A.: *Mineralogía y Metalogenia de los yacimientos españoles de uranio. El Berrocal, Escalona (Toledo).* Not y Com. del IGME, 77, Madrid (1965).

BARD, J. P.; C CAPDEVILA, R., y MATTE, P.: *Les grands traits stratigraphiques, tectoniques, metamorphiques et plutoniques des Sierras de Gredos et Guadarrama (Espagne Central).* "C. R. Acad. Sc. París, t. 270, pp. 2.630-2.633, serie D, París (1970).

CAPDEVILA, R., y FLOOR, P.: *Les différents types de granites hercyniens et Leur distribution dans le nord ouest de l'Espagne.* "Bol. Geol. y Min.", t. 81; 2-3, Madrid (1970).

CAPOTE, R.: *Estudio geoestructural de los afloramientos metamórficos del norte de la provincia de Avila.* Tesis Doct. Fac. Cienc. Univ. Compl., Madrid (1971).

CAPOTE, R.: *Estudio geoestructural de los afloramientos metamórficos del norte de la provincia de Avila.* "Bol. Geol. y Min.", 84, 6, 426-437, IGME, Madrid (1973).

CASQUET, C.: *Metamorfismo plurifacial Hercínico intermedio de baja presión en el Macizo de San Vicente (Sistema Central Español).* Est. Geol", 31, 217-239. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid (1975).

FÚSTER, J. M., e IBARROLA, E.: *Rocas de España Central. Pegmatitas y Pertitas de Piedralaves (Avila)*. "Est. Geol.", t. VII; 13-14, Madrid (1951).

MEMDES, F.; FÚSTER, J. M.; IBARROLA, E., y FERNÁNDEZ SANTÍN: *L'age de quelques granites de la Sierra de Guadarrama (Systeme Central Espagnol)*. "Rev. Fac. Cienc., Lisboa, 2.ª Serie-C, V. XVII, 1.º. 345-365, Lisboa (1972).

OEN ING SOEN: *Granite intrusión, folding and metamorphism in central northern Portugal*. "Bol. Geol y Minero", t. 81-2-3, Madrid (1970).

PEDRAZA GILSANZ, J.: *Estudio geomorfológico del extremo oriental de la cadena San Vicente-Peña de Cenicientos*. "Bol. Geol. y Min.", t. 84, n. 1, Madrid (1973).

PEINADO, M.: *Evolución metamórfica en el macizo El Escorial-Villa del Prado (Sistema Central Español)*. Tesis Doct. Fac. Cienc. Univ. Compl., Madrid (1973).

UBANELL, A. G.: *Los diques aplíticos de Almorox-Navamorcuende (Sistema Central Español), en relación con los "decrochements" destrales tardihercínicos*. "Com. Serv. Geol.", Portugal, t. LX, Lisboa (1976).

Recibido: Abril 1977

Boletín Geológico y Minero. T. LXXXVIII-V. Año 1977 (371-381).

GEOLOGIA

Estudio geológico de una transversal situada en el extremo sureste de la cordillera Ibérica Liria-Cheste-Llombay

Por A. MUELAS PEÑA, A. GARCIA VELEZ, J. SOUBRIER GONZALEZ y L. GARCIA RUZ (*)

RESUMEN

Se exponen una serie de observaciones tectónico-estratigráficas sobre el borde oriental de la Ibérica, algunas de las cuales suponen evidentes diferenciaciones respecto a estudios realizados en zonas más occidentales.

ABSTRACT

Some tectonic-stratigraphic observations about the eastern flank of the Iberica mountains are exposed, some of them with broad differences with other studies made in zones more to the west.

INTRODUCCION

Durante el estudio realizado en las Hojas de Liria, Cheste y Llombay (1), enfocado al levantamiento geológico de las mismas para el Plan MAGNA, se han observado una serie de características fundamentales de índole estratigráfica, cuya descripción constituye el objetivo del presente trabajo.

La zona estudiada se halla situada en el borde Suroriental de la Cordillera Ibérica y dentro de la provincia de Valencia. La secuencia estratigráfica del Mesozoico, aún no siendo igual para todas las Hojas, tiene como muro el Triásico (facies Germánica), con sus típicas litologías detríticas para la base, carbonatadas a continuación, y evaporítico-detríticas en el techo. Encima, se superpone un Jurásico y Cretácico marinos y carbonatados, con pasadas detríticas en la zona más septentrional (Liria). Uno y otro se hallan separados por una laguna estratigráfica que abarca desde el Kimmeridggiense Superior hasta el Barremiense, e incluso en algún caso (Cheste) hasta el Cenomaniense. Una facies carbonatada lacustre señala el paso del Cretácico terminal al Terciario, a partir de la cual se generaliza la regresión marina en toda la zona.

Las directrices orogénicas quedan reflejadas en un esquema tectónico (fig. 1), utilizando para su confección la información suministrada por hojas ya editadas o en vías de serlo. Dicho esquema da una idea precisa de situación del bloque estudiado dentro del contexto geológico que comprende las zonas septentrional y central de la provincia de Valencia. Se observa en el mismo cómo las grandes estructuras de directriz ibérica que dominan en las Hojas de Chulilla y Requena, desaparecen antes de

(*) Departamento de Geología de Geotecnia y Cimientos, S. A.

(1) En lo sucesivo, la toponimia Liria, Cheste y Llombay, se referirá a la Hoja que dé nombre, y no a las poblaciones con esa denominación.

llegar a una línea meridiana que uniera las poblaciones de Buñol y Pedralba. Hacia el Este de la misma, se encuentran aún retazos mesozoicos cubiertos en parte por sedimentos terciarios y cuarternarios, algunos de los cuales siguen manteniendo las mismas directrices ibéricas (Sierra Perenchiza y Sierra de Rodana). Al Sur del paralelo de Buñol y Norte del de Cheste, el Trías marca la pauta de un ámbito geológico-estructural algo diferente. En efecto, y en lo que respecta a la Hoja de Cheste, la estrecha alineación triásica que penetra por el Oeste (Hoja de Requena) se abre ampliamente al Este de Yátova y domina la parte meridional de la Hoja. En la Hoja de Liria, los afloramientos más característicos se hallan en el tercio oriental y occidental, siendo las peculiaridades de uno y otro bastante diferentes, tanto litológica como tectónicamente.

El estilo de plegamiento es de formas suaves, con pliegues-falla provocados por el amoldamiento de la cobertera mesozoica a un zócalo paleozoico que, aunque parcialmente rígido, ha sido afectado de manera importante durante la Orogenia Alpina. Es precisamente en la Hoja de Llombay donde de forma más evidente puede observarse este tipo de fracturación de bloques del zócalo, que, además constituyen la causa fundamental para la formación de pliegues en "cofre" con núcleo subhorizontal y flancos apretados, fallados y subverticales.

1. ANTECEDENTES GEOLOGICOS.

Toda esta región ha sido objeto de numerosos estudios, unos con fines económicos y otros eminentemente científicos. Nuestras fuentes de consulta se han apoyado más en estos últimos, y entre ellos cabe destacar los de autores extranjeros, como BRINKMANN, CHAMPETIER, VIALLARD, LOTZE. Entre los hispanos deben citarse a DUPUY DE LOME, ORTI CABO, GARCÍA QUINTANA, ASSENS et al en la confección de las Hojas de Requena y Chulilla. Existe un gran número de autores nacionales cuya enumeración sería muy larga y de cuya labor dan fe algunas de las hojas incluidas en la figura 1, y de las cuales hemos extraído algunas conclusiones.

2. ESTRATIGRAFIA.

Las series mesozoicas representadas en la figura 2 ofrecen suficiente continuidad lateral de facies como para permitirnos la descripción de los tramos diferenciados y hacerlos válidos para todo el ámbito de las mismas. Las excepciones que se producen a esta norma serán objeto de un análisis más detenido. Entre ellas cabe destacar la variación existente en el tránsito Jurásico-Cretácico, que refleja alteraciones apre ciables de la cuenca sedimentaria dentro de la Hoja de Cheste y acentuadas aún más en las de Liria y Llombay.

2.1. TRIÁSICO.

La importancia de su representación es decreciente de Norte a Sur (Liria-Llombay). Los materiales pertenecientes a este sistema se presentan bajo facies germánica.

El Buntsandstein solamente aflora en la Hoja de Liria, formando el núcleo de un anticlinal sito en la Sierra de Rodana. Hemos diferenciado de muro a techo los siguientes términos:

— Areniscas rojas con estratificación cruzada, micáceas y con pasadas centimétricas de argilitas fisibles. Hacia techo alternan con niveles también areniscosos, pero de tonos blazcuzcos y menos cementados.

— Argilitas fisibles y areniscas deleznables verdes y rojizas, con algunos tramos de margocaliza.

— Margas de tonos violáceos que representan la facies Röt de tránsito al Muschelkalk.

La potencia visible es de 170 m.

El Muschelkalk está representado por una secuencia de dolomías y margas que aflora en forma de placas muy distorsionadas y flotando sobre el Keuper. Su presencia se señala únicamente en las Hojas de Liria y Cheste. Tanto en una como en otra, además de niveles con Myophorias, se ha encontrado suficiente microfauna para permitir su datación. Los restos identificados han sido clasificados como: *Nodosaria* cf. *raibliana*, Trocholinas, Ataxophragmiidos, Ostrácodos, Gasterópodos y Equinodermos.

La disposición tabular, los tonos oscuros y tramos autobrechificados que confieren un aspecto de piel de leopardo a las calizas, constituyen una serie de rasgos peculiares en gran parte de los afloramientos. La potencia puede situarse de modo muy aproximado entre 120 y 140 m.

El Keuper alcanza amplio desarrollo en las dos hojas más septentrionales (Cheste y Liria), siendo

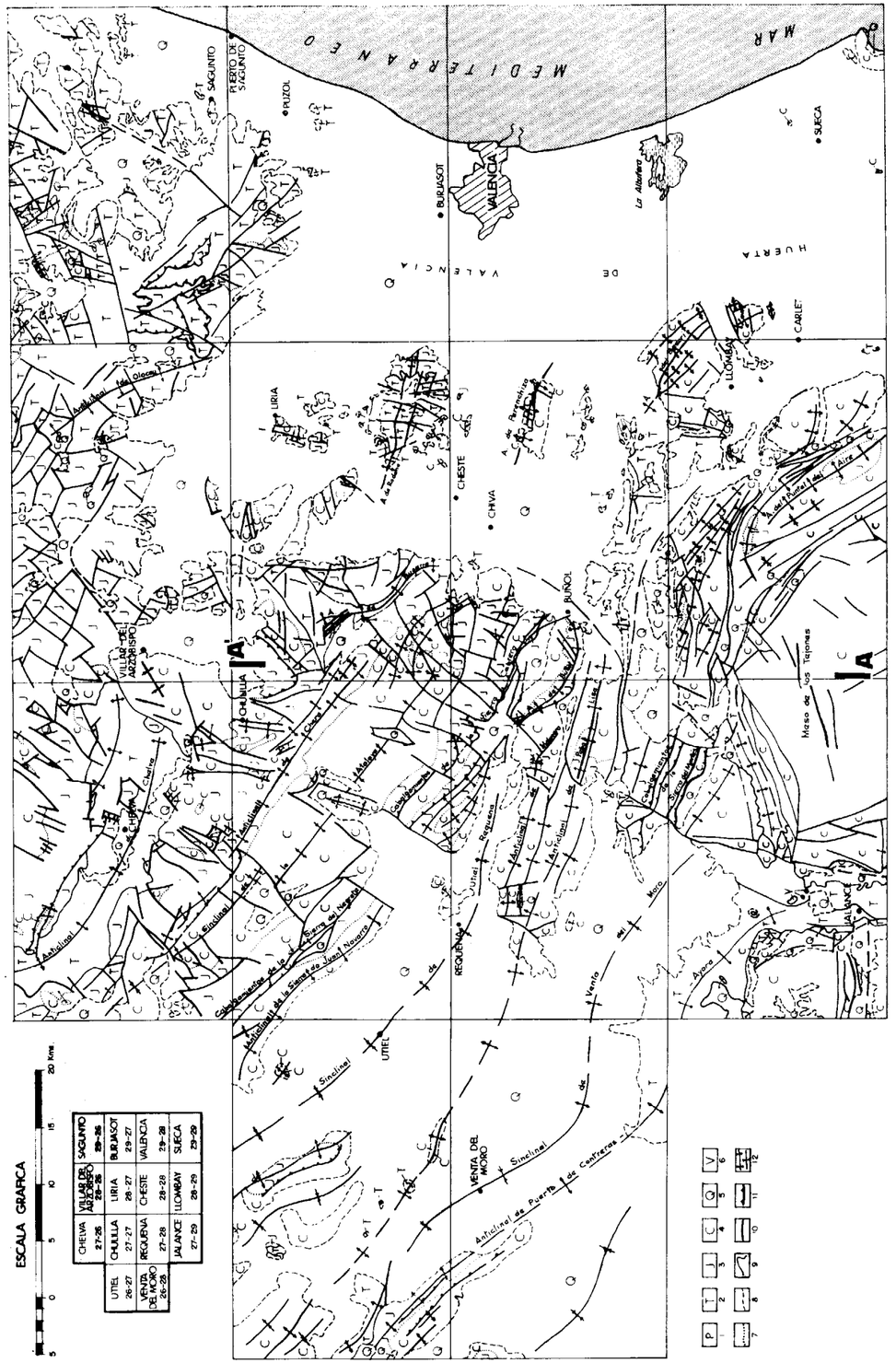
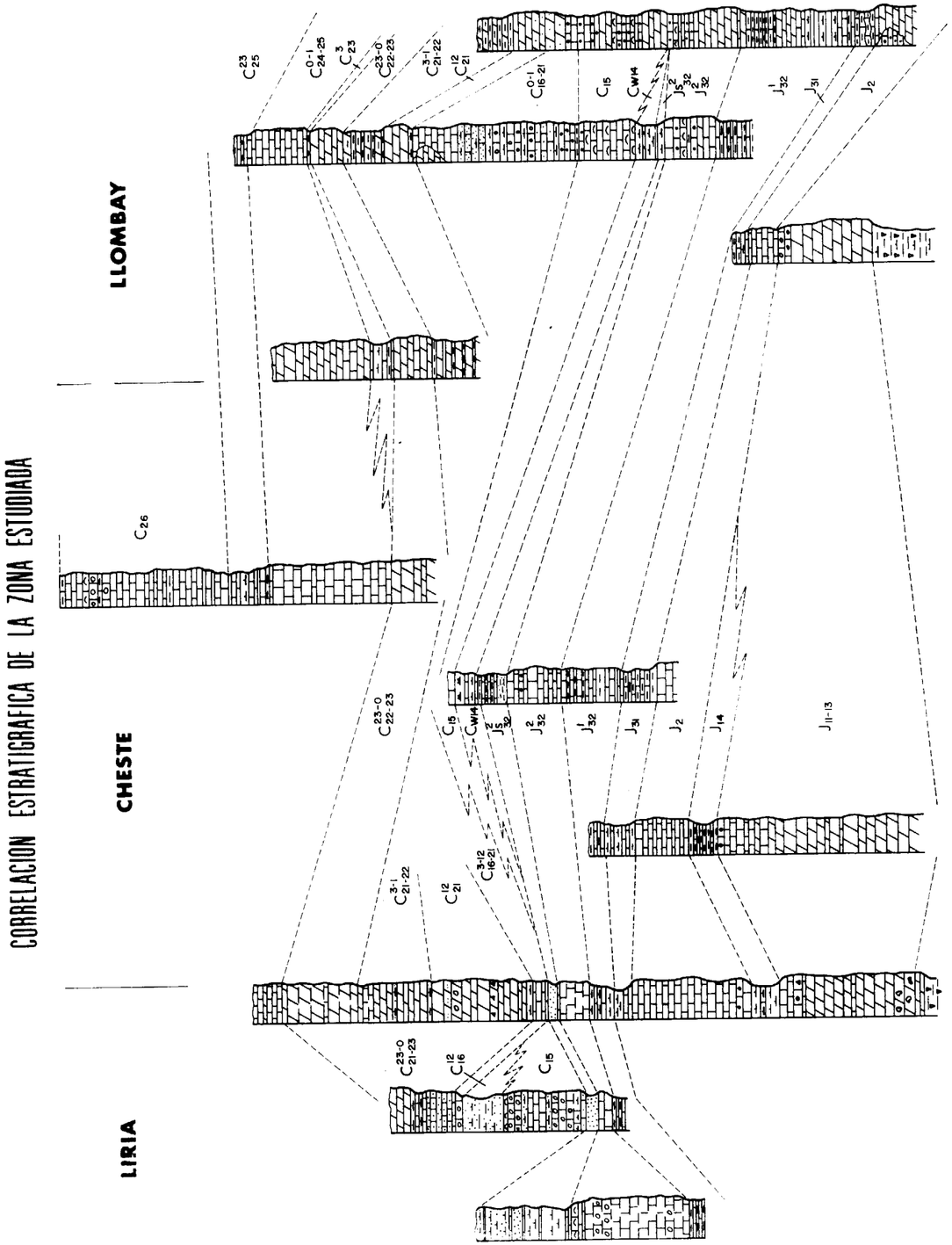


Figura 1

Esquema tectónico de un amplio sector del Norte y Centro de la provincia de Valencia, adaptado de los correspondientes esquemas a la misma escala, de las Hojas realizadas en el Plan Magna. 1) Paleozoico; 2) Triásico; 3) Jurásico; 4) Cretácico; 5) Terciario y Cuaternario; 6) Volcánico de Cofrentes; 7) Contacto subconcordante entre Jurásico y Cretácico; 8) Contacto entre Mesozoico y Terciario; 9) Contacto mecánico; 10) Falla; 11) Cabalgamiento; 12) Anticlinales y Sinclinales.



menos visible en Llombay, aunque suponemos que se debe al extenso manto cuaternario que lo cubre.

Los diferentes tramos en que han sido diferenciados por ORTI CABO (1964), son perceptibles en la zona, aunque bien es cierto que no era posible una diferenciación cartográfica de ellos.

De modo sintetizado y para toda la zona se aprecian de mucho a techo los siguientes tramos:

- Arcillas y margas versicolores, con capas estratiformes de yeso.
- Areniscas rojas y blancas poco cementadas y muy parecidas a las del Bunt. Presentan estratificación cruzada y laminación paralela.
- Argilitas abigarradas con intercalaciones yesíferas rojas, que van acompañadas de forma constante por cuarzos hematoideos. Si el color del yeso es otro, no se da este acompañamiento.

La potencia conjunta de los tres tramos varía entre 250 m. vistos en Cheste y 40 m. en Liria.

Suprayacente a la formación arcillo-yesífera y dentro de la Hoja de Liria, encontramos unos paquetes dolomíticos, tableados grises y con espesores entre 2 y 15 cm., pero que en conjunto originan scarpes de hasta 8 m. En principio, y por su aspecto externo, es asimilable a la facies del Muschelkalk, pero su disposición por encima del Keuper despeja cualquier duda cronológica. Su espesor es de 25 m.

2.2. JURÁSICO.

Su distribución está prácticamente en todos aquellos lugares en que los sedimentos recientes dejan aflorar al Mesozoico, pero es en el tercio occidental de Liria, en el noroccidental de Cheste y en la diagonal NO-SE de Llombay, donde con mayor desarrollo se encuentran.

2.2.1. *Lías.*

Cartográficamente se agrupan en una unidad a todos los pisos que, de modo general, vienen definidos por un conjunto calizo-dolomítico prácticamente azoico. Solamente en el extremo meridional del anticlinal de Bugarra (Hoja de Liria) se encuentra en contacto normal con la serie triásica infrayacente.

Las dolomías de la base son bréchicas, oquerosas, másivas, recristalizadas y con tonos grises, blancos o rosados. Sobre ellas viene una alternancia calizo-dolomítica estratiforme conteniendo un nivel lumaquélico; las calizas son gris-azuladas y oquerosas, mientras que las dolomías son masivas y color rojo (1). El techo está marcado por un tramo de calizas con nódulos de silex y con alguna intercalación margosa verde-amarillenta. La fauna principal reconocida en este tramo es la *Vidalina* cf. *martana,* y *Cayeuxia* y un cortejo de restos de Equinodermos, Braquiópodos y Crinoides.

La potencia varía entre 300 m. en Cheste y 120 m. en Llombay. En Liria es de 180 m.

Sobre el conjunto calizo-dolomítico descansa una secuencia cuya base es de biocalcarenitas marrones en bancos finos budinados, y el techo lo constituyen paquetes margocalizos en ritmicidad con otros margosos que sirven de asiento a lumaquelas de Braquiópodos. La macrofauna es quien realmente define este piso, y entre ellas destacan: Ammonites, *Rhynchonella lycetti,* DAV; *Rhynchonella cynocephala,* RICHARD; *Rhynchonella batalleri,* DUBART; *Pisirhynchia pisoides,* ZITTEL; *Spiriferina rostrata,* SCHLOT, y *Pholadomya,* SOW, que definen al Toarciense. Este tramo superior no está representado en la zona meridional.

La potencia es de unos 40 m. de manera casi constante.

2.2.2. *Dogger* (J_2).

Siguiendo la secuencia hacia el techo, a la formación anterior se le superpone de manera general un tramo calizo en bancos de 15-50 cm. a veces budinados y color gris, que abarca desde el Aaleniense al Calloviense inferior. Dentro de él se aprecian dos niveles calizos micríticos color crema con intercalaciones oolíticas y con poca microfauna. En Llombay, la representación del Dogger en el anticlinal de Puntal del Aire es dolomítica, aunque se observa un descenso del proceso dolomítico de muro a techo, apreciándose ya en éste restos de oolitos. A veces, los rasgos externos sufren variaciones laterales importantes, de manera que las calizas pasan a ser gris oscuro y con abundantes nódulos de silex (Liria y Cheste).

Las especies de Ammonites encontradas a techo del Dogger son: *Parkinsonia parkinsoni, Polyplectites linguiferus* y *Sphaeroceras brogniarti,* que datan el Bajociense superior.

(1) Dentro de las calizas, se han reconocido los géneros *Lingulina* grupo pupa-tenera y *Paleoclasycladus mediterráneos.*

La potencia máxima es de 170 m. en Liria, 75 m. en Cheste y 50 en Llombay.

2.2.3. *Hiato Calloviense-Oxfordiense.*

De modo casi permanente, encima de las calizas budinadas con Ammonites y Belemnites del Dogger (Bajociense) suele aflorar un paquete de espesor próximo a los 5 m. y constituido por calizas rojizas, oolíticas y con abundante fauna ammonítica de tamaño considerable (llegan a alcanzar hasta 40 cm. de diámetro). Destacan entre éstos: *Macrocephalites macrocephalus,* SCHLOT; *Perisphinctes subbakerie,* D'ORB; *Epimorphoceras decorum,* WAAG, y *Homeoplanulites,* sp., pertenecientes todos ellos al Calloviense.

A veces este tramo viene representado por calizas brechoides de tono rojo intenso y carentes de fauna. En cualquier caso, este nivel pone de relieve la existencia de un hiato sedimentario que, en el ámbito de las Hojas de Cheste y Liria va desde el Calloviense hasta el Oxfordiense medio. En Llombay existe también este hiato, pero no alcanza la espectacularidad de las hojas septentrionales.

2.2.4. *Malm.*

Los niveles más inferiores se han asimilado al Oxfordiense superior que, de modo general, está constituido por unas calizas nodulosas de color crema. Sobre ellas descansan unas margas limolíticas amarillas muy faunísticas de donde se han distinguido las siguientes especies: *Globochaete alpina, Dentalina bicornis, Spirillina amphelicta* y *Globigerina oxfordiana.* Este tramo margoso está ausente en Llombay. La macrofauna también es abundante, especialmente en el tramo inferior; la representación de la misma viene dada por Ammonites *Dichotomoceras dichotamus,* BUCK; *Orthosphinctes tiziani,* OPPEL; *Ochetoceras* sp.; *Balticeras pommerania,* ARR; *Divisosphinctes bifurcatus,* QUENST; Belemnites, Rhynchonellas y Terebratulas.

La potencia media para la zona de estudio es de 45-55 m.

De forma muy constante y sobre la formación precedente, descansa una secuencia rítmica de calizas micríticas grises y en bancos de 10-20 cm. separadas entre sí por lechos margosos (de 2 a 10 cm.) de color gris a verde. El contenido macrofaunístico es muy escaso y es la microfauna quien, junto a su posición estratigráfica, ha permitido la datación del Kimmeridgiense inferior: *Ammobaculites* cf. *coprolithiformis* y *Epistominas,* entre otros restos vanales. El espesor varía de unos lugares a otros entre 35 y 80 m.

Sobre el Kimmeridgiense inferior se disponen dos formaciones:

a) Formación de base, constituida por calizas microcristalinas y calizas oolíticas y pisolíticas.

b) Formación de techo, eminentemente detrítica y de potencia muy variable de Sur a Norte, así en Llombay y Cheste tiene representación pobre, mientras que en Liria alcanza su máximo desarrollo (≃130 m.). Algunos autores han identificado esta formación con la Facies Wealdense, pero su posición prácticamente constante y la fauna hallada en niveles calcáreos intercalados, han permitido confirmar una edad Kimmeridgiense Medio. Litológicamente está constituida por margas arenosas y arenas blanquecinas, entre las que se intercalan paquetes de calizas oolíticas con abundante macro y microfauna.

Las especies clasificadas en la formación de base son: *Alveosepta jaccardi, Cladocoropsis mirabilis, Conicospirillina basiliensis, Feurtillia frecuns, Epistominas, Cayeuxia, Lagénidos* y *Sérpulas.*

Dentro de los niveles calcáreos intercalados en el tramo detrítico se han identificado: *Nautiloculina oolíthica, Lenticulinas, Kurnubia jurassica, Trocholinas. Evertycyclamina virguliana* y *Microcodium.*

En ninguna de las tres hojas se ha encontrado un Kimmeridgiense Superior, ello puede ser debido a que se trate de una zona emergida antes y durante más largo tiempo por efecto de las fases Neocimméricas y/o que sufrieran, por tanto, una erosión más intensa.

En la Hoja más septentrional (Liria), se ha datado un Portlandiense por medio de la *Iberina lusitánica.* Su presencia puede deberse a que en este lugar el espesor alcanzado por el depósito fue muy superior al de zonas más meridionales. Efectivamente, no se ha denunciado ningún otro hallazgo hacia el Sur de Liria, aunque ello puede deberse más a un efecto erosivo intenso que a ausencia de sedimentación.

2.3. CRETÁCICO.

Los afloramientos ocupan el 75 por 100 de Llombay, gran parte de la esquina NO de Cheste, y prácticamente el tercio suroccidental de Liria. Al margen de estas zonas dominantes, se encuentran

otros retazos aislados, como el de Sierra Perenchiza (Cheste) y Ermita de Montiel (Liria).

Al entrar dentro de este Sistema, las diferenciaciones se hacen muy ostensibles en función de la latitud del afloramiento. Según esto, en Liria, el Cretácico Inferior tiene su inicio en un Aptiense poco desarrollado y un Albiense detrítico-calizo muy potente. El Cretácico Superior es muy monótono, en general, y, unido a ello a una litología casi por entero dolomítica, dificulta una división cronoestratigráfica precisa.

En Cheste, el Cretácico Inferior también se halla con un espesor muy reducido, llegando incluso a ponerse en contacto el Cretácico Superior dolomítico sobre calizas del Malm. El Cretácico Superior es más potente y mientras que al Oeste concluye en el Santoniense, hacia el Este (Sierra Perenchiza) la serie prosigue con unas calizas lacustres que marcan el tránsito Maastrichtiense-Paleoceno.

En el extremo meridional (Llombay), el Cretácico Inferior está representado, aunque la separación del Superior es dificultosa, debido a la inexistencia de facies detríticas ("Utrillas"). El Cretácico Superior puede dividirse en dos grupos: uno que abarca el Cenomaniense hasta el Coniaciense y de litología esencialmente dolomítica y otro suprayacente, Senoniense, que es fundamentalmente calcáreo.

2.3.1. *Cretácico Inferior.*

Los materiales más antiguos son de edad Barremiense Superior en facies marino-costera. Sólo se registra su presencia en Cheste y Llombay y viene caracterizado por un conjunto margo-arenoso, con niveles calcáreos portadores de Oogonios de Caraceas y Ostrácodos. La potencia en ambos lugares está próxima a los 30 m.

El Aptiense tiene una representación muy pobre en Liria y Cheste, no así en Llombay. En las dos Hojas más septentrionales está constituido por calizas oolíticas y/o gravelosas rojo amarillentas, con intercalaciones métricas de margas, que, generalmente, constituyen lechos lumaquélicos de Orbitolinas, Lamelibranquios y Ostreidos, Dentro de las calizas se han encontrado: *Orbitolina texana texana, Orbitolina texana parva, Haplophragmoidas greigi, Lituola* cf. *nautiloidea, Marinella lugeoni, Iraqia simplex, Hensonina lenticularis, Pseudochoffatella cuvillieri, Sabaudia minuta, Pseudocyclaminas, Simplorbitolinas y Cuneolinas.* Las lumaquelas de Toucasias y otras especies macrofaunísticas situados a techo del Aptiense son comunes en toda la zona y su potencia puede incluso alcanzar los 15 m. El espesor máximo encontrado es de 100 m.

Cuando se estudia este piso en el límite meridional, Llombay, se aprecia una sensible diferencia respecto a la zona Norte, y es que aquí hay, además de calizas, tramos dolomíticos masivos con restos de fósiles epigenizados. Los diferentes fósiles clasificados, enmarcan esta formación carbonatada entre el Bedouliense Superior y el Gargasiense, coincidiendo plenamente con las determinaciones de las dos Hojas superiores. La potencia máxima que alcanza el Aptiense en Llombay es de 130 m.

En lo referente al Albiense, se han diferenciado dos tramos: inferior detrítico (Formación "arenas de Utrillas"), y superior calizo.

Donde el tramo detrítico alcanza mayor desarrollo es en Liria, mientras que hacia el Sur (Cheste) decrece o llega a faltar (Llombay). Está compuesto por dos niveles litológicos distintos y muy típicos en el contexto regional: arenas blancas caoliníferas, a veces amarillentas o rojizas, y arcillas margosas verdes y rojas muy plásticas. Están provistas de estratificación cruzada y concreciones esféricas de arenisca que evidencian el medio dinámico de deposición a que coyunturalmente fueron sometidas. La macrofauna hallada no ha sido definitoria de edad. En cuanto a la potencia medida, ofrece variaciones sensibles según los lugares y en respuesta lógica al sistema dinámico de depósito. En general, se puede considerar un máximo de 70 m. para la mitad NO de Liria, llegando a ser cero ya en la mitad SO.

El paquete calizo superior se ha asimilado en zonas más occidentales a la base del Cenomaniense, pero los estudios paleontológicos de nuestro sector de trabajo hacen más extensivo el período cronoestratigráfico, abarcando desde el Albiense Superior hasta el Cenomaniense Medio. En las Hojas de Liria y Cheste, este tramo está constituido primordialmente por calizas oolíticas amarillo-rosadas, muy faunísticas y bien estratificadas. Hay lechos margosos intercalados, que, generalmente, consisten en lumaquelas espectaculares de Ostreas y Orbitolinas. La subida a la Ermita de Montiel (Benaguacil) es un caso ilustrativo en donde se ven hasta tres concentraciones lumaquélicas de Orbitolinas y otras tantas de Ostreidos. Las especies observadas son: *Hensonina lenticularis, Neorbitolinopsis conulus, Cuneolina pavonia parva, Marinella lugeoni, Bolleina* aff. *hochstetteri, Orbitolina cónica, Sabaudia*

minuta, Orbitolina concava concava y *Haplophragmoides greigi.*

La potencia máxima en Liria es de 50 m.

En el extremo meridional (Llombay) la base del Albiense es caliza y con un ligero enriquecimiento detrítico hacia la parte alta. El Cenomaniense Inferior viene dado por calizas recristalizadas y/o dolomías, con ligeras pasadas arenosas.

La potencia conjunta en Llombay varía entre 50 m. en Puntal del Aire y 270 m. en La Rápita.

2.3.2. *Cretácico Superior.*

Por encima de los tramos anteriores se sitúa otro sin posibilidad de datación paleontológica por la propia naturaleza del material constituyente: dolomías. Este conjunto dolomítico tipifica el Cretácico Superior, pero dentro de la monotonía que lo caracteriza, cabe diferenciar tres niveles:

a) Dolomías inferior masivas. Apenas contienen fauna.

b) Alternancia de dolomías y margas de color amarillo. Se intercalan estrechos lechos (10-25 cm.) calizos y arcillosos. Dentro de este tramo se ha encontrado la siguiente asociación microfaunística: *Stomiosphera, Pithonella sphaerica, Globotruncana* cf. *sigali, Heterohelix,* Rotalinas y Discorbidos.

c) Dolomías y/o calizas superiores de tonos rosados y estratificados en paquetes de 1 a 3 m. La especie más característica es la *Pseudolituonella* cf. *reicheli.* En Llombay se sitúa a techo de los tramos anteriores una formación de margas amarillas de unos 30 m. de potencia, en las que se ha encontrado *Rotalina cayeuxi, Montcharmontia apennica* y *Cuneolina pavonia.*

La microfauna de los tramos *b* y *c* se sitúa dentro del Cenomaniense Medio-Coniaciense.

La potencia aproximada que puede asignarse al conjunto es de 212 metros en Llombay, 330 metros en Cheste y 370 en Liria.

Este conjunto dolomítico evoluciona a techo hacia una facies marina más somera, de calizas micríticas con Miliólidos. La sucesión normal en campo es de bancos calizos, con 0,4 a 0,6 m., a veces portando nódulos de silex, alternando con otros dolomíticos en vías de dolomitizarse, y algunos paquetes de margas. Todo este tramo se incluye dentro del Santoniense-Campaniense Inferior.

En Liria apenas si está desarrollada, y solamente es en el cuadrante Suroccidental de la Hoja donde adquieren una mínima representación (50 m.).

En el ámbito Oeste de Cheste, el Senoniense Superior no llega a depositarse, mientras que hacia el Sureste —Sierra Perenchiza— continúa el depósito en un medio marino de modo que por encima de un potente tramo de calizas micríticas con Miliólidos, bien estratificadas y con silex, se sitúan otras masivas y brechoides, que constituyen el Campaniense Inferior.

En la zona occidental de Llombay la dolomitización se hace muy patente, y así, en el Pico del Ave, los niveles dolomíticos superan a los calizos en cualquier punto de la columna. Más al Sur, la base de esta formación de edad Santoniense-Campaniense Inferior está casi totalmente dolomitizada, distribuyéndose las calizas en la parte media y alta.

La asociación microfaunística es la siguiente: *Lacazina elongata, Montcharmontia apenninica, Dicyclina schlumbergeri, Rotalina cayeuxi, Raadshoovernia cuvillieri, Vidalina* cf. *hispánica, Nezzazata* cf. *simplex, Cuneolina pavonia parva* y *Minouxia lobata,* que caracteriza al Santoniense-Campaniense Inferior.

La potencia es de 200 m. en la Sierra Perenchiza (Cheste) y 125 m. en Llombay.

Sobre estos materiales netamente marinos se depositan otros con facies de transición entre medio marino y lacustre-continental. En Sierra Perenchiza —Hoja de Cheste—, la secuencia litológica es de margocalizas y margas en bancos finos frecuentemente replegados, que contienen *Montcharmontia apenninica, Minouxia* aff. *lobata, Valvulamminas, Rotalinas* y *Miliólidos.*

Sobre este tramo persiste aún la facies marina, representada por calizas micríticas y microcristalinas con intraclastos y acompañadas de intercalaciones margosas limolíticas. En lámina delgada se reconoce la siguiente macrofauna: *Nummofallotias* (?), *Globotruncana* aff. *stuarti* y *Rotalina cayeuxi,* que definen al Maastrichtiense. El espesor del tramo es de 30 m. en Cheste y 80 m. en Llombay.

2.4. Facies de transición Cretácico-Terciario.

Se describen aquí los materiales que, habiendo sido afectados por las principales fases de plegamiento, se presentan en facies de transición o netamente continentales.

En Sierra Perenchiza (Cheste), la serie del Maastrichtiense pasa de facies marino-lagunares a otras claramente lacustres, que, con características algo

diferentes, han sido definidas en otras zonas de la Ibérica como representativas de la facies Garumniense. Nosotros hemos preferido no asignarle tal denominación, al no ajustarse al modelo original de esta facies, representada en los Pirineos. En este sector de la Hoja de Cheste, la serie consiste en una secuencia de calizas micríticas crema y rosadas, con algún banco margoso intercalado que contiene frecuentemente Gasterópodos y silex. La microfauna del conjunto está representada por biomicritas con *Microcodium,* Caráceas, Ostrácodos y Gasterópodos. La potencia es de unos 250 m.

La mayoría de las estructuras principales de la cobertera siguen la directriz ibérica, lo cual es lógico si observamos que también la mayor parte de las fracturas de compresión (fallas inversas), y casi todas las de distensión y reajuste tienen esa misma dirección. Por el mismo razonamiento, la aparición de pequeños pliegues (a escala regional) con la directriz distinta de su plano axial, puede explicarse del mismo modo, es decir, por acomodación de la cobertera a fracturas de distensión del zócalo (más o menos N 30° E) que complementan la comparti-

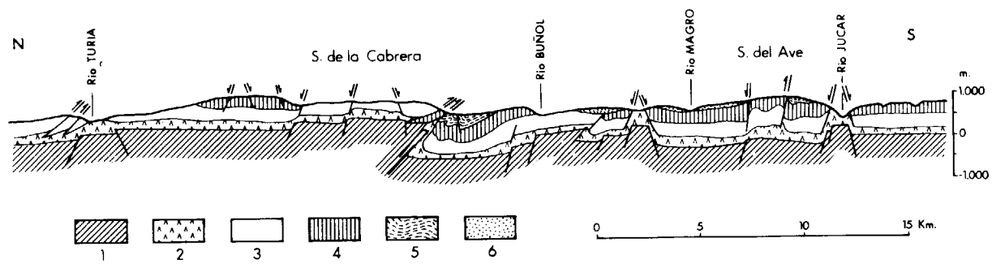


Figura 3

Corte esquemático a través de la zona Oeste de las Hojas de Liria, Cheste y Llombay. Hipótesis (aproximadamente ajustada a la realidad en superficie) sobre el estilo de deformación que ha efectado a esta parte valenciana de la Cordillera Ibérica durante la orogenia alpina, basada en la participación activa y principal del Zócalo paleozoico. Obsérvese también que la potencia de la cobertura sedimentaria mesozoica se mantiene más o menos constante a lo largo de toda la transversal, hecho comprobado y que es lógico suponer en un medio de depósito más próximo a una plataforma nerítica que a un ambiente geosinclinal típico. 1) Zócalo paleozoico; 2) Triásico; 3) Jurásico; 4) Cretácico; 5) Paleógeno, y 6) Neógeno.

3. TECTONICA.

Para toda la región estudiada se puede admitir que la dirección de estructuras y la mayor o menor inclinación de capas, está condicionada por una adaptación al zócalo paleozoico no totalmente rigidificado durante la orogenia hercínica y afectado aún por la alpina, más que a esfuerzos tangenciales con la componente compresiva máxima horizontal relativamente profunda y según la dirección NE-SO. Esta última aseveración no desestima en modo alguno el papel que jugaron dichos esfuerzos, aunque en el sector objeto de esta publicación, su importancia creemos que tiene valor secundario. El corte de la figura 3 trata de explicar gráficamente la disposición actual del zócalo y cobertera según la hipótesis anterior y a lo largo de un perfil que corta las tres Hojas en dirección Norte-Sur.

mentación en bloques que caracteriza a esta zona suroriental de la Cordillera Ibérica (Brinkmann, 1931).

3.1. Estructuras principales.

En la descripción de las mismas seguiremos un orden de Norte a Sur (Liria-Cheste-Lombay), y dentro del mismo sólo nos referiremos a aquellas que demuestren las premisas precedentes.

3.1.1. *Liria.*

— *Eje de Bugarra.*—Esta estructura que ya fue bautizada así por Brinkmann (1948), presenta una vergencia Sur **con dirección N 40° O,** que obedece a una directriz ibérica formando un pliegue anticlinal de flancos suaves; la otra mitad, más ancha y con

dirección normal a la anterior (N 50°-60° E), parece obedecer a la acción de un sistema de fallas, que han dado como resultado un "horst" tectónico de amplitud considerable. La distribución de manera caótico del Muschelkalk en la mitad superior, parece confirmar la existencia más o menos velada de una fuerte acción de tectónica de fracturación. Consecuentemente a esta observación, se puede suponer que el zócalo paleozoico se halla relativamente cerca de la superficie en el Sur, mientras que al Norte no se puede predecir su profundidad.

— *Anticlinal de Rodana.*—Situado en el cuadrante SE de la Hoja, es un pliegue relativamente suave, cuyo núcleo es Buntsandstein y los flancos Muschelkalk con esporádicos asomos de Keuper. La dirección del eje es NO-SE, hundiéndose hacia el NO; según esto, en el extremo opuesto deberían aflorar materiales más antiguos, pero ello no se cumple. En consecuencia, hay que intuir la existencia de una importante fractura de dirección N-S paralela a otras, que cortan nítidamente la estructura anticlinal.

La presencia de numerosos pliegues menores con dirección N-S indican, una vez más que se deben a adaptaciones y proyecciones en superficie de estructuras y accidentes acaecidos en el zócalo, dando bloques fallados según un sistema transversal, y no a otras direcciones o fases de plegamiento (por ejemplo, Bética) distintas a las de lo Orogenia principal.

3.1.2. *Cheste.*

La máxima complejidad estructural aparece en el dominio NO, Sierra de la Cabrera, donde el Jurásico cabalga sobre una pinza de Cretácico Inferior, y éste, a su vez, monta sobre materiales del Paleógeno. Dicha estructura tiene una directriz ibérica (110°-130° E) buzando entre 10° y 30° al NE. Esta disposición cambia bruscamente a partir de una gran fractura, sucediendo entonces que al Norte de dicha falla se encuentran pliegues suaves cuyo plano axial tiene dirección N 30° E, perpendicular a la ibérica. El origen de estos pliegues hay, pues, que atribuirlo a las razones ya expuestas para Liria.

Sierra Perenchiza se manifiesta a modo de una isla cretácica rodeada de materiales neógenos. Es una estructura anticlinal de dirección N 100° E, con el flanco Sur aflorante, mientras que el Norte se halla hundido por efecto de una serie de fallas normales de directriz prácticamente ibérica.

3.1.3. *Llombay.*

La descripción de las estructuras puede hacerse siguiendo la diagonal NE-SO. Según este orden, en primer lugar tenemos la zona del río Magro (cuadrante NE), que, ocupada en gran parte por sedimentos recientes, dejan asomar a materiales cretácicos que constituyen el anticlinorio de Besori, de dirección ibérica. En el flanco Sur de la estructura hay asomos de Keuper producidos por acción mecánica, posiblemente una fractura de dirección NO-SE.

Hacia el centro de la diagonal, acontece un sistema de fallas en arco, que pasan de N 100° E a N 150° E y que deben responder a intensa fracturación del zócalo. La mayor parte de ellas son inversas y verticalizan los flancos orientales de los anticlinales Puntal del Aire y La Rápita, que constituyen los pliegues más interesantes del sector de Llombay.

Hacia el Suroeste, y una vez pasado el núcleo de las estructuras mencionadas, los flancos se suavizan hasta llegar a la depresión del Júcar. A partir de ahí, encontramos un nuevo sistema de fallas también en arco y paralelo al anterior, que represntan el bordén hundido de la extensa mesa ocupada por materiales del Cretácico Superior y dispuestos subhorizontalmente en todo el cuadrante suroccidental de la Hoja.

BIBLIOGRAFIA

ASSENS, J.; RAMÍREZ DEL POZO, J.; GARCÍA QUINTANA, A.; HERNANDO, S.; VILLENA, J., y RIBA, O.: Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000 (MAGNA), Hoja 27-28 Requena). IGME. (1973).

ASSENS, J.: RAMÍREZ DE POZO, J.; GIANNINI, G., y LENDÍNEZ, A.: Mapa Geológico de España, a escala 1: 50.000 (MAGNA), Hoja 27-27 (Chulilla), IGME, (1973).

BULARD, P. E.: *La discontinuité entre le Callovien et l'Oxfordien sur la bordure Nort-Est des Chaînes Ibériques.* "Cuad. Geol Ibérica", vol. 2, pp. 425-438 (1971).

BRINKMANN, R.: *Betikum und Keltiberikum in Südostspanien.* Trad. al español, en 1948, por J. Gómez de Llarena, con el título: "Las cadenas béticas y celtibéricas del Suroeste de España", en "Publ. Extr. Geol. España", 4, pp. 305-431 (1931).

DUPUY DE LÔME, E.: Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000. Hoja 721 (Cheste). IGME (1956).

DUPUY DE LÔME, E.: Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000. Hoja 695 (Liria). IGME (1958).

DUPUY DE LÔME, E.: Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000. Hoja 746 (Llombay(. IGME (1960).

FOURCADE, E.: *Le Jurassique et le Crétacé aux confins des Chaînes Bétiques et Ibériques.* Tesis de la Fac. Sc. París, 427 pp. (1970).

GARCÍA QUINTANA, A.: *El Cretácico Inferior de Sierra Martés (Valencia),* Se., Estrat., n. 9 (1974).

GARCÍA QUINTANA, A.: *Las calizas con Toucasias Aptiense s. l. del Cretácico Inferior entre Chera y Chiva.* "Tecniterraem", t. s., pp. 8-14 (1974).

GARCÍA QUINTANA, A.: *El Cretácico Inferior de la región de Buñol (Valencia).* "I Col. Estr. Paleoq. del Cret. de España". ENADIMSA (1975).

GUTIÉRREZ, G.; ROBLES, F.; MELÉNDEZ, A., y USERA, J.: *El Cretácico Superior de la Sierra Perenchiza (Valencia).* "I. Coloquio Estr. y Paleo. Cret. de España". ENADIMSA, pp. 151-158 (1975).

ORTI CABO, F.: *El Keuper del Levante Español. Litcestratigrafía, petrografía y paleogeografía de la cuenca.* Tesis doctoral Univ. de Barcelona, 174 pp. (1973).

RÍOS, L. M.ª *Geología del petróleo en la región de la Mancha y Levante Español.* I Jornadas Nacionales de Petróleo (1970).

TIXIER, M.: *Etude du Crétace et passage au Terciaire dans le bassin de Valencia (Espagne).* Estudio inédito realizado por ENPASA-SNPA (1965).

VIALLARD. P,: *Recherches sur le cycle alpin dans la Chaîne Ibérique Sud-Occidental.* These Sci. Nat.; Tr. Lab. Geol. Medit. Univ. Paul, Sabatier, Toulouse, 445 pp. (1973).

Recibido: Enero 1977.

Boletín Geológico y Minero. T. LXXXVIII-V. Año 1977 (382-387).

MINERIA

Aplicación al análisis de minerales de volframio y sus concentrados de los nuevos reactivos gravimétricos de este elemento: 4-metil-4'-4"-Diamino-Trifenilmetano (1) y 4-4'-4"-Triamino Trifenilmetano (2)

Por R. ALVAREZ RODRIGUEZ (3), J. ZATO DEL CORRAL (4) y E. LLORENTE GOMEZ (5)

RESUMEN

Los minerales de volframio se analizan corrientemente, sobre todo si son concentrados comerciales, por técnicas gravimétricas. En este trabajo se hace la aplicación al análisis de minerales de dos nuevos reactivos gravimétricos del volframio, recientemente propuestos.

SUMMARY

Tungsten minerals are usually analized, specially their comercial concentrates by gravimetric techniques. This paper treats about the application of two news gravimetric reactives for tungsten, just developed, to analysis of minerals.

El análisis de un producto industrial o mineral suele ser mucho más complejo que el de un producto puro, pues normalmente hay que separar el elemento deseado entre una mezcla de ellos, provenientes unas veces de las impurezas del producto y otras del método de disgregación utilizado; así un simple efecto salino es suficiente para que la bencidina, que como reactivo del volframio proporciona resultados correctos con productos puros, produzca errores por defecto cuando existe la presencia de gran cantidad de sales provenientes de una disgregación alcalina con carbonatos.

Para poder establecer la aplicabilidad de un procedimiento analítico a productos minerales, es pues preciso efectuar pruebas con los citados productos para corroborar su exactitud, aparte las impurezas más corrientes que se hayan tenido en cuenta al efectuar el estudio, ya que sería poco menos que imposible pasar a considerar la influencia que, en número y cantidad, podrían ejercer todas las impurezas que pudieran acompañar a los minerales de volframio.

Las menas más corrientes del volframio son las siguientes:

Volframita ((Fe, Mn) WO_4) monoclínica.
Ferberita ($FeWO_4$) monoclínica.
Hubnerita ($MnWO_4$) monoclínica.
Raspita ($PbWO_4$) monoclínica.
Scheelita ($CaWO_4$) tetragonal.
Stolzita ($PbWO_4$) tetragonal.
Cuproscheelita ((Cu, Ca) WO_4) tatragonal.
Chillagita (Pb (W, Mo) O_4) tetragonal.

La "reinita" es, en realidad, echeelita seudomorfizada por volframita o ferberita.

Por lo que a las impurezas acompañantes, más frecuentes, respecta se pueden citar:

Casiterita (SnO_2).
Ilmenita ($FeTiO_3$).
Rutilo (anatasa y brooquita) (TiO_2).
Sulfuros de hierro, cobre, arsénico, plomo, antimonio, bismuto, etc.
Cuarzo (SiO_2).

(1) ALVAREZ, R.; ZATO, J., y LLORENTE, E.: *An. Quím.*, 71, 173 (1975).

(2) ALVAREZ, R.; ZATO, J., y LLORENTE, E.: *An. Quím.*, 71, 506 (1975).

(3) Dr. Ing. Minas del Departamento de Preparación de Minerales (IGME).

(4) Dr. en Ciencias Químicas, Departamento de Química (E. T. S. Ing. de Minas).

(5) Dr. Ing. Minas y Dr. en Ciencias Químicas, Catedrático de la E. T. S. Ing. de Minas.

Silicatos diversos.
Molibdatos y Vanadatos.
Tantalatos y Niobatos.

La manera en que estas impurezas pueden interferir en los análisis depende fundamentalmente del método seguido para su disgregación.

Existen tres procedimientos fundamentales para la puesta en solución de los minerales de volframio, que son:

— Disgregación en medio ácido oxidante.
— Disgregación en medio alcalino oxidante.
— Disgración en medio alcalino con carbonatos.

A continuación se describirá el modo de actuación de cada uno de ellos:

Disgregación en medio ácido oxidante.

Generalmente se efectúa el ataque por mezclas de ácido clorhídrico y nítrico.

En este caso se separará el volframio en forma de ácido volfrámico, al que pueden acompañar óxidos de estaño (en forma de casiterita sin atacar y ácido estánnico precipitado), de titanio (óxidos sin atacar), sales de plomo (como cloruro o sulfato), sílice (cuarzo sin atacar y sílice precipitada del ataque de silicatos), ácidos nióbico y tantálico, junto con pequeñas cantidades de ácidos molíbdico y vanádico coprecipitados y diversos cationes adsorbidos.

Disgregación en medio alcalino oxidante.

Generalmente se efectúa por fusión con oxilita o mezclas hidróxido-peróxido.

En este caso, el volframio pasa a la solución como volframato, acompañado de molibdeno (como molibdato), vanadio (como vanadato), titanio (como complejo hidroxilado), manganeso (como manganato), plomo (como complejo hidroxilado), sílice (como silicatos), arsénico (como arseniato), pequeñas cantidades de antimonio y bismuto (complejos hidroxilados), así como pequeñas cantidades de niobio y tántalo, ya que en presencia de peróxidos la solubilidad de niobatos y tantalatos aumenta considerablemente.

La hidrólisis de los complejos hidroxilados puede dar lugar a la formación de precipitados de sales básicas, hidróxidos, volframatos, molibdatos y vanadatos, con posibles pérdidas de estos elementos. También los manganatos pueden reducirse y dar lugar al depósito de precipitados pardos de óxidos de manganeso.

Disgregación en medio alcalino con carbonatos.

Suele efectuarse con carbonato sódico o con mezclas de carbonato sódico y potásico en la proporción 1:1, que reduce considerablemente el punto de fusión y, por ello, permite trabajar a temperaturas más bajas.

En este caso, los compuestos de volframio se disgregan rápida y completamente, pasando a la disolución en forma de volframato acompañado de molibdeno (como molibdato), vanadio (como vanadato), sílice (como silicato) (el cuarzo se disgrega difícilmente, por lo que pasa poco a la solución), arsénico (en forma de arseniato o sulfuro complejo), antimonio (como sulfuro complejo), así como pequeñísimas cantidades de niobio y tántalo (el tantalato sódico es muy poco soluble; el de niobio forma más fácilmente hidrosoles poco estables en presencia de exceso de hidróxido sódico).

La casiterita apenas se disgrega, a no ser que se halle en presencia de grandes cantidades de sulfuros, en cuyo caso puede disolverse en forma de complejo sulfurado.

Los compuestos de plomo pasan a carbonatos u óxidos, e incluso pueden llegar a ser reducidos al estado metálico. Los compuestos de manganeso y bismuto pasan también a carbonatos u óxidos.

Considerando con detalle los diferentes métodos de disgregación expuestos se deduce que, el que parece presentar mayores ventajas es el de disgregación alcalina con carbonatos, pues, aunque parece que introduce bastantes interferencias, en principio, muchas de ellas se pueden eliminar fácilmente:

Si a la mena de volframio acompañan minerales sulfurados, caso frecuente y que suele notarse fácilmente por la tonalidad ligeramente verdosa que suelen tomar los extractos de la disgregación, con olor a sulfhídrico al acidular, cabe la posibilidad, no de que el sulfuro interfiera de por sí, sino de que dé lugar a la formación de sulfuros complejos solubles de estaño, arsénico y antimonio, que pre-

cipitan al neutralizar con producción de causas de error en la determinación del volframio.

Para eliminar esta posible interferencia de los sulfuros, y a la vez la del arsénico, basta tostar la muestra, ya que con este tratamiento desaparecen los sulfuros y la mayor parte del arsénico en forma de trióxido de arsénico (es raro que quede más de un 0,2 por 100 de arsénico en un mineral bien tostado). Por otra parte, los concentrados vendibles suelen haber sido tostados, para ajustarse a las impurezas de arsénico toleradas en el comercio internacional de estos productos.

Otra causa de error posible es la hidrólisis con peptización de los ácidos tantálico y nióbico al extraer la masa disgregada con agua, pero esto se evita fácilmente (al menos en gran parte) añadiendo al agua en que se va a extraer la masa, unas lentejas de hidróxido sódico para crear un medio alcalino. Esta alcalinización del agua de extracción tiene, además, el efecto de disminuir considerablemente la solubilidad del magnesio (en análisis de scheelitas es indispensable esta adición).

Quedan ya como únicas interferencias dignas de tener en cuenta, en el análisis de minerales, las debidas a la presencia de molibdeno, vanadio, silicatos y cuarzo (el cuarzo se disgrega difícilmente, y lo mismo sucede con sus variedades alotrópicas tridimita y cristobalita). Estas interferencias han sido ya estudiadas en las publicaciones en que se propusieron estos reactivos para análisis de volframio (1) y (2), y ponen de manifiesto la posibilidad de eliminarlas para el reactivo 4-metil-4′-4″diaminotrifenilmetano, pero en el caso de emplear el reactivo 4-4′-4″-triaminotrifenilmetano, no es posible evitar la interferencia debida a la presencia de molibdeno y vanadio.

Con el fin de comprobar la aplicabilidad de estos reactivos al análisis de minerales, se han realizado ensayos con diferentes muestras de concentrados de scheelita y volframita, comparando los resultados obtenidos con los de un reactivo universalmente admitido, como es la cinconina. La técnica operatoria seguida ha sido la siguiente:

Técnica operatoria:

En los análisis en que se requiera seguridad en los resultados se efectuarán ensayos dobles procediendo de la siguiente forma:

Se pesan, exactamente, 1,250 g. de la muestra, muy bien pulverizada en mortero de ágata, ya que esta pulverización influye en el ataque de la muestra por el disgregante.

La muestra se traslada cuantitativamente a un crisol de acero inoxidable de, aproximadamente, 35×35 mm., y si el mineral no había sido previamente tostado o lo ha sido deficientemente, se procede ahora a efectuar esta operación calentando sobre el mechero suavemente hasta que los sulfuros se hayan descompuesto (suelen bastar unos quince minutos).

A continuación se deja enfriar el crisol y se añade la mezcla de carbonatos sódico y potásico (1:1), en la proporción de 5-6 veces el peso de la muestra (6,5 g., aprox.). Se mezcla la muestra con el disgregante cuidadosamente, pudiéndose auxiliar para ello de una varilla de vidrio.

El crisol se toma con unas pinzas y, con su tapa puesta, se calienta a la llama de un buen mechero, efectuando esta operación cuidadosamente para evitar proyecciones. Cuando la masa funde, se agita en redondo para favorecer una completa disgregación. La operación está terminada cuando se observe el cese de actividad dentro del crisol (los minerales de volframio se disgregan rápidamente).

Se deja enfriar el crisol hasta que comienza la solidificación y, entonces, se introduce en un vaso de 100 cm³, que contiene unos 50 cm³ de agua alcalinizada, con dos lentejas de hidróxido sódico; de esta forma, el crisol se enfría y el agua se calienta. Entonces se suelta el crisol, apoyándolo en el fondo del vaso, y se vuelca mediante una varilla para que penetre agua en su interior, y se tapa el vaso con un vidrio de reloj. El contenido del crisol se disolverá rápidamente, y, si no, se ayuda calentando el vaso y removiendo el contenido del crisol con una varilla. Cuando se ha disuelto la masa fundida, se trasvasa el líquido (con los sólidos en suspensión que contenga), a un matraz aforado de 125 cm³, enrasando a continuación con las sucesivas aguas de lavado del vaso, crisol, varilla y embudo empleado en el trasvase, y si es preciso se completa con agua sola.

A continuación, después de agitado el matraz para homogeneizar su contenido, se filtra a un erlenmeyer limpio, utilizando para ello un embudo y papel de filtro bien secos, utilizando las primeras porciones de líquido filtrado para enjuagar el matraz colector. De este líquido filtrado se toman dos porciones de 50 cm³, mediante una pipeta aforada (que corresponde a 0,5 g. de muestra), y se trasladan a vasos de precipitados de forma alta de unos 150-200 cm³, para proceder a la precipitación del volframio, en ambos vasos, y comprobar los resultados.

Si los análisis a efectuar son de rutina, se puede partir directamente de 0,5000 g. de muestra, que se disgregará como en el caso anterior (después de calcinar si es preciso), y luego se disolverá la masa en agua alcalinizada con hidróxido sódico, y se filtrará la disolución obtenida, procurando diluir poco con las aguas de lavado, y en esta disolución se procede a la precipitación del volframio.

En la precipitación del volframio, hay que distinguir si se efectúa con el reactivo 4-metil-4′-4″diaminotrifenilmetano o con el 4-4′-4″-triaminotrifenilmetano, ya que existen notables diferencias en las condiciones de precipitación:

a) *Precipitación con 4-metil-4′-4″diaminotrifenilmetano* (para el caso de que no exista molibdeno y vanadio).—La solución a precipitar se acidula al anaranjado de metilo mediante ácido clorhídrico (empleando 5-6 veces el peso disgregante respecto a la muestra, la concentración de cloruro sódico más cloruro potásico en la muestra es, aproximadamente del 6 por 100, que no produce efecto salino; si el peso de disgregante fuera tal que la concentración de cloruros alcalinos fuera superior al 12 por 100, habría que diluir con agua destilada, para evitar el citado efecto salino) y, a continuación, se calienta a unos 60° (no conviene pasarse mucho, ya que entonces el precipitado es más pegajoso), y se precipita con solución clorhídrica del reactivo al 2 por 100, empleando unos 15-16 cm³, con lo que precipitará totalmente el volframio presente.

Se deja enfriar varias horas y después se filtra, para lo cual se puede utilizar un papel de filtro sin cenizas o un crisol filtrante, si se trata de concentrados de minerales de volframio, ya que entonces la pequeña cantidad de silicatos que se hayan disgregado no interfiere prácticamente, según se desprende de los resultados de los ensayos que expondremos a continuación. El precipitado se lava 6 veces con solución de lavado (25 cm³ del reactivo diluidos a 1 litro).

El precipitado filtrado y lavado se calcina en horno eléctrico, a unos 750° C. Si se trata de un crisol filtrante, al sacarle del horno, se deja enfriar durante veinte minutos en un desecador y, después se tiene otros veinte minutos en la caja de la balanza para pesar. Si se temió una posible interferencia de la sílice y se filtró por papel de filtro, se calcina éste en una cápsula de platino tarada, y el calcinado, una vez frío, se trata con unas gotas de ácido sulfúrico concentrado y unos cm³ de ácido fluorhídrico evaporando a sequedad; este tratamiento se repite otra vez, y a continuación se calcina suavemente, se enfría de nuevo y se vuelve a calcinar con un poco de carbonato amónico para eliminar las últimas trazas de ácido sulfúrico. Se enfría veinte minutos en desecador y se tiene otros veinte minutos en la caja de la balanza, antes de efectuar la pesada.

El color del trióxido calcinado ha de ser blanco-amarillo puro, admitiéndose solamente una ligera tonalidad verdosa.

El peso del trióxido multiplicado por 200 proporciona directamente el porcentaje de WO_3 en la muestra.

b) *Precipitación con 4-4′-4″-triaminotrifenilmetano* (para el caso en que no exista molibdeno y vanadio).—La solución a precipitar se diluye previamente, de modo que la concentración de carbonatos no pase de un 4 por 100, por lo que si el disgregante empleado para cada 0,5 g. de muestra fue de 3 g., el volumen de la solución ha de ser de al menos 75 cm³.

La solución se acidula con ácido acético glacial hasta alcanzar un pH comprendido entre 3,9-4,5, bien utilizando un pH-metro o un indicador, tal como el verde de bromocresol en solución acuosa al 0,2 por 100, hasta que se obtenga un color verde claro; durante el proceso se tiene tapado el vaso con un vidrio de reloj para evitar salpicaduras, y se va calentando el vaso hasta unos 60° C. A continuación se procede a precipitar el volframio con una solución del reactivo al 2 por 100, que contenga la menor cantidad posible de ácido clorhídrico libre compatible con la estabilidad de la solución, empleando unos 25 ó 27 cm³ de la misma y agitando mientras se adiciona.

Se deja enfriar durante varias horas y a continuación se filtra por un papel de filtro sin cenizas (ya que va a ser necesario eliminar la contaminación de la sílice, a la que es muy sensible este reactivo, como muestran los análisis de minerales efectuados con crisol filtrante sin eliminar la sílice). El precipitado se lava cinco o seis veces con solución de lavado, y se traslada el conjunto papel-precipita-

do a una cápsula de platino, y se calcina en horno eléctrico a unos 700° C. Una vez calcinado, se saca del horno y se deja enfriar; se trata con unas gotas de ácido sulfúrico y unos cm³ de ácido fluorhídrico y se evapora a sequedad, repitiendo el tratamiento otra vez. Se calcina de nuevo suavemente y se enfría y se vuelve a calcinar con un poco de carbonato amónico, para eliminar las últimas trazas de ácido sulfúrico.

La cápsula de platino que contiene el trióxido se deja enfriar durante veinte minutos en un desecador, y luego se tiene otros veinte minutos en la caja de la balanza antes de efectuar la pesada.

El trióxido debe tener un color blanco amarillento, tolerándose, como máximo, una ligera tonalidad verdosa.

El peso del trióxido obtenido multiplicado por 200, nos da directamente el porcentaje de WO_3 en la muestra.

Si existe molibdeno o vanadio en el mineral (lo que se puede comprobar en una gota de la solución por sus reacciones cualitativas) y se emplea el reactivo 4-metil-4′-4″-diaminotrifenilmetano, se puede evitar su interferencia, según lo establecido en las publicaciones en que se propusieron estos reactivos (1) y (2), bien precipitando simplemente en medio clorhídrico normal si la cantidad de MoO_3 es inferior al 10 por 100 de la WO_3, o bien procediendo a su separación si es superior, para lo cual se precipita en medio clorhídrico normal y se recoge el precipitado en un crisol filtrante, donde se lava; después se disuelve en el mismo crisol con unos 20 cm³ de NaOH al 1 por 100 caliente añadido por porciones y filtrando cada vez. De los extractos recogidos y sus aguas de lavado, se precipita el volframio previa acidulación con clorhídrico al valor 1 N, y se filtra, lava, calcina y pesa como de costumbre. Para el vanadio las condiciones son prácticamente las mismas y es preciso eliminar siempre su interferencia.

En ensayos de rutina se puede aplicar este método, que elimina las interferencias directamente y de forma seriada a las muestras.

Si se emplea el reactivo 4-4′-4″-triaminotrifenilmetano, los molibdatos y vanadatos son precipitados casi cuantitativamente y no se puede proceder a su separación, aunque cabe la posibilidad de disgregar de nuevo el precipitado, en la cápsula de platino, con carbonatos alcalinos y determinar por otros procedimientos (colorimétricamente, absorción atómica, etc.), las cantidades de MoO_3 y V_2O_5 presentes en el mismo y, por deferencia, deducir el peso del WO_3, pero esto complica el proceso y añade nuevas causas de inexactitud.

Para eliminar la interferencia de la sílice, se prefiere por comodidad el procedimiento del ácido fluorhídrico, aunque se puede utilizar el de redisolución del precipitado con hidróxido amónico previa insolubilización de la sílice por desecación a 110° y nueva precipitación.

Si la muestra a analizar no es un concentrado de minerales de volframio, sino una mena de bajo contenido y con gran cantidad de cuarzo y silicatos, es preferible, sobre todo si se va a emplear el reactivo 4-4′-4″-triaminotrifenilmetano, eliminar, antes de disgregar, la mayor cantidad posible de sílice mediante tratamiento con ácido fluorhídrico en una cápsula de platino. Si la ley es muy baja, conviene también tomar mayor cantidad de muestra.

Se han analizado, siguiendo las instrucciones citadas, concentrados y minerales de volframio y se han comparado los resultados de los reactivos estudiados con los obtenidos con cinconina. Los resultados están dados en la tabla siguiente.

Del examen de los resultados se deduce que ambos reactivos producen resultados comparables a los de la cinconina. En el caso del 4-4′-4″-triaminotrifenilmetano, es imprescindible la separación de la sílice y, por tanto, no se puede efectuar el filtrado sobre crisol filtrante, si se va a emplear el procedimiento del ácido fluorhídrico y no el de redisolución del primer precipitado con amoníaco previa insolubilización de la sílice contenida en el mismo por desecación a 110° C. Para el otro reactivo, que es menos influenciado por la presencia de sílice, los resultados son prácticamente los mismos con o sin separación de la misma, cuando se trata de concentrados.

CONCLUSIONES.

1.° De todo lo expuesto se deduce que ambos reactivos son aptos para analizar el volframio cuantitativamente de los minerales y concentrados que los contienen, si no existen molibdeno y vanadio, según los métodos propuestos.

2°. Si existe molibdeno o vanadio no se puede eliminar su interferencia de una forma directa con el 4-4′-4″-triaminotrifenilmetano y es preferible no usarlo.

3.° En cualquier muestra desconocida es posible realizar su análisis utilizando el reactivo 4-metil-4′-4″-diamino trifenil metano, si se sigue el proceso que incluye la eliminación de las interferencias causadas por la presencia de molibdeno, vanadio y silicio, que en resumen es:

- — Disgración con carbonatos.
- — Hacer un extracto alcalino de la fusión.
- — Precipitación en medio ácido 1 N en clorhídrico.
- — Recogida del precipitado y redisolución del mismo con NaOH al 1 por 100.
- — Precipitación en medio clorhídrico 1 N.
- — Filtración en papel, calcinación, volatilización de la sílice con H_2F_2 y pesada.

TABLA

Resultados obtenidos con diferentes muestras de concentrados y minerales

	Cinconina	4-metil-4′4″ diamino-trifenilmetano	4-metil-4′4″ triamino-trifenilmetano
Concentrado de volframita	69,01	68,88	69,04
Concentrado de volframita	68,52	68,50	68,53
Concentrado de volframita	69,36	69,50	69,53
Concentrado de volframita	69,20	69,22	69,30
Concentrado de scheelita	69,92	70,08	70,01
Concentrado de scheelita	78,26	78,21	78,29
Concentrado de scheelita	80,10	80,03	80,16
Mineral de volframita con molibdeno	1,21	1,22	—
Mineral de scheelita	0,96	0,96	0,97

Recibido: Marzo 1977.

Boletín Geológico y Minero. T. LXXXVIII-V. Año 1977 (388-400).

MINERIA

Transformaciones postsedimentarias en las piritas masivas de "Las Herrerías" (Huelva)

Por S. LEGUEY (*), R. LUNAR (**) y J. A. MEDINA (*)

RESUMEN

En este trabajo se ponen de manifiesto una serie de transformaciones postsedimentarias en la masa pirítica de "Las Herrerías", en la cual hemos podido reconocer una fase de barros primarios, una segunda fase diagenética y, por último, una fase de fracturación. Asociado a estas fases se observa una clara distinción en la morfología y tamaño de los cristales, una importante removilización geoquímica, que permite, por un lado, la reorganización de nuevas redes cristalinas, con marcadas diferencias bien en la distribución de oligoelementos en el caso de la pirita o en las relaciones Fe/Cu o Fe/Zn en el caso de la calcopirita y esfalerita, respectivamente, según la fase en la que se ha originado.

ABSTRACT

In this paper a series of post-sedimentary transformations in the pyritic mass of "Las Herrerías" is described. Among these transformations we have distinguised a former one of primary muds, a further diagenetic stage and eventually a fracturing event. Linked to these phases a clear distinction in morphology and size of crystals is devised as well as a geochemical removilization. The latter allows the reorganization of new crystalline lattices with marked differences either in the distribution of minor elements, as in the pyrites or in the Fe/Cu and Fe/Zn ratios as is the case for calchopyrite and sphalerite despectively according to the formation stage.

1. INTRODUCCION.

La provincia metalogénica del SO de España ocupa una amplia franja de unos 100 Km. de longitud en dirección E-W y 40 Km. en sentido N-S, que se extiende desde Aznalcollar y Castillo de las Guardas, en la provincia de Sevilla, hasta San Domingo, en Portugal. Esta faja piritífera está constituida por una serie de yacimientos de sulfuros, considerados, en los últimos años, de tipo estratiforme (RAMBAUD, 1969; STRAUSS, 1970; GARCÍA PALOMERO, 1974-76, etc.) y relacionados directamente con materiales de origen volcánico.

Las muestras que se han utilizado para realizar este trabajo corresponden a la mina de Herrerías, cuya situación se representa en la figura 1.

El propósito de este estudio es poner en evidencia ciertos fenómenos postsedimentarios y establecer el significado genético de los mismos. Los criterios seguidos son usuales en petrología sedimentaria, pero no han sido muy utilizados en estudios de sulfuros y más concretamente en las mineralizaciones de piritas masivas.

Son muchos los trabajos geológicos realizados sobre las piritas del SO español, estudios fundamentalmente de tipo regional y metalogénico entre los que destacan los de WILLIAMS (1934-1976), WILLIAMS et al. (1975), STRAUSS et al. (1975), GUNTER, STRAUSS, MADEL (1974). De forma específica sobre la mina Herrerías destacan los trabajos de DOETSCH (1934-1957), que efectúa un detenido estudio mineralógico y geoquímico de esta mina; H. AADRÉ et E. SOLER (1974), CARVALHO, D. et al. (1975). Estos últimos dan una nueva interpretación tectónica sobre la estructura del anticlinal de Puebla de Guzmán, donde se encuentra situado el yacimiento.

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

(**) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Universidad Complutense, Madrid.

2. TECNICAS EMPLEADAS.

Se han estudiado de una manera sistemática 50 muestras correspondientes a tres perfiles: P-1, P-2 y P-3, del pozo Guadiana, cuya situación se representa en la figura 1.

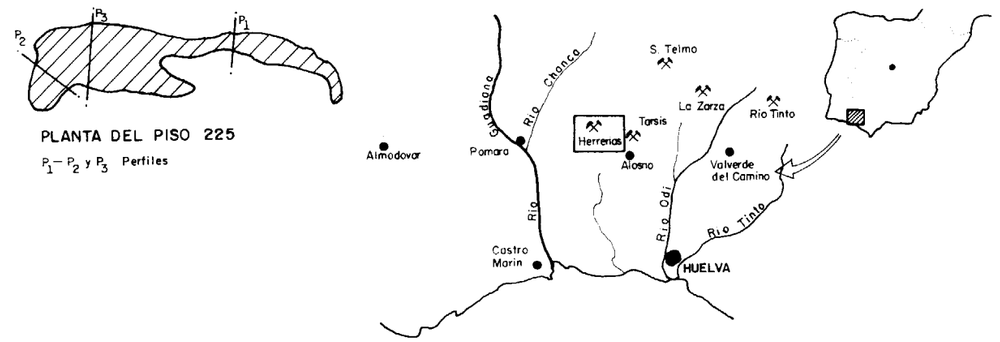


Figura 1

Esquema de situación de la zona de estudio y de la localización de las tres series estudiadas

La observación mediante luz reflejada de las diferentes muestras nos ha permitido reconocer notables variaciones en cuanto al tamaño, distribución y textura de sus componentes.

Según el método la corrosión propuesta por RAMDHOR (1969), el cual utiliza una disolución de MnO_4K y SO_4H_2, que ataca la muestra en un tiempo variable entre 30 y 60 segundos, se llega a un conocimiento detallado de las texturas.

El estudio de la distribución geoquímica de los elementos, se ha realizado con un microscopio electrónico de barrido, PHILIPS-PSEM 500, con sistema de micro-análisis EDAX incorporado. Los espectros obtenidos en el analizador se procesan mediante el programa E. P., desarrollado por EDAX, en un computador NOVA, con una memoria de 16 K de capacidad. Este programa permite obtener resultados cuantitativos a partir de las medidas de las intensidades del fondo y de cada uno de los picos característicos de cada elemento presente en el espectro. También nos ha permitido esta técnica observar algunos minerales que son imperceptibles con los métodos ópticos tradicionales.

3. MINERALOGIA Y TEXTURA.

El estudio global de las muestras pone de manifiesto que la composición mineralógica tiene gran uniformidad en cuanto a sus componentes: pirita, como mineral mayoritario, y en proporción menor, calcopirita, esfalerita, arsenopirita, lollingita y galena. La ganga está constituida por carbonatos y algo de cuarzo. No obstante, DOESCHT (1957) ha citado en esta mineralización hasta 55 especies en el estudio realizado de la misma.

La distribución de los minerales acompañantes de la pirita muestran una estrecha relación con el tipo de texturas, aunque existen diversos grados de complejidad en el desarrollo de las mismas, como consecuencia de las modificaciones físico-químicas que han afectado a estos depósitos. Considerando los aspectos mineralógicos y texturales de las muestras estudiadas se han distinguido tres fases, con diferente grado de desarrollo y peculiaridades propias.

A) FASE PRIMARIA: deposición de un barro pirítico.

B) FASE DE DIAGÉNESIS: con diversos grados de recristalización y removilización incipiente.

C) FASE DE REMOVILIZACIÓN: originada, en gran parte por efectos mecánicos.

A) Fase primaria.

Está formada por un barro pirítico, que se presenta en bandas de distribución irregular (fig. 2), con cristales de tamaño muy pequeño, que en el microscopio óptico presentan formas redondeadas y que cuando se investiga con grandes aumentos en el microscopio electrónico de barrido, se observa que son granos alotriomorfos de tamaño comprendido entre 1 y 6 micras, con un eje mayor orientado según la estratificación primaria (fig. 3).

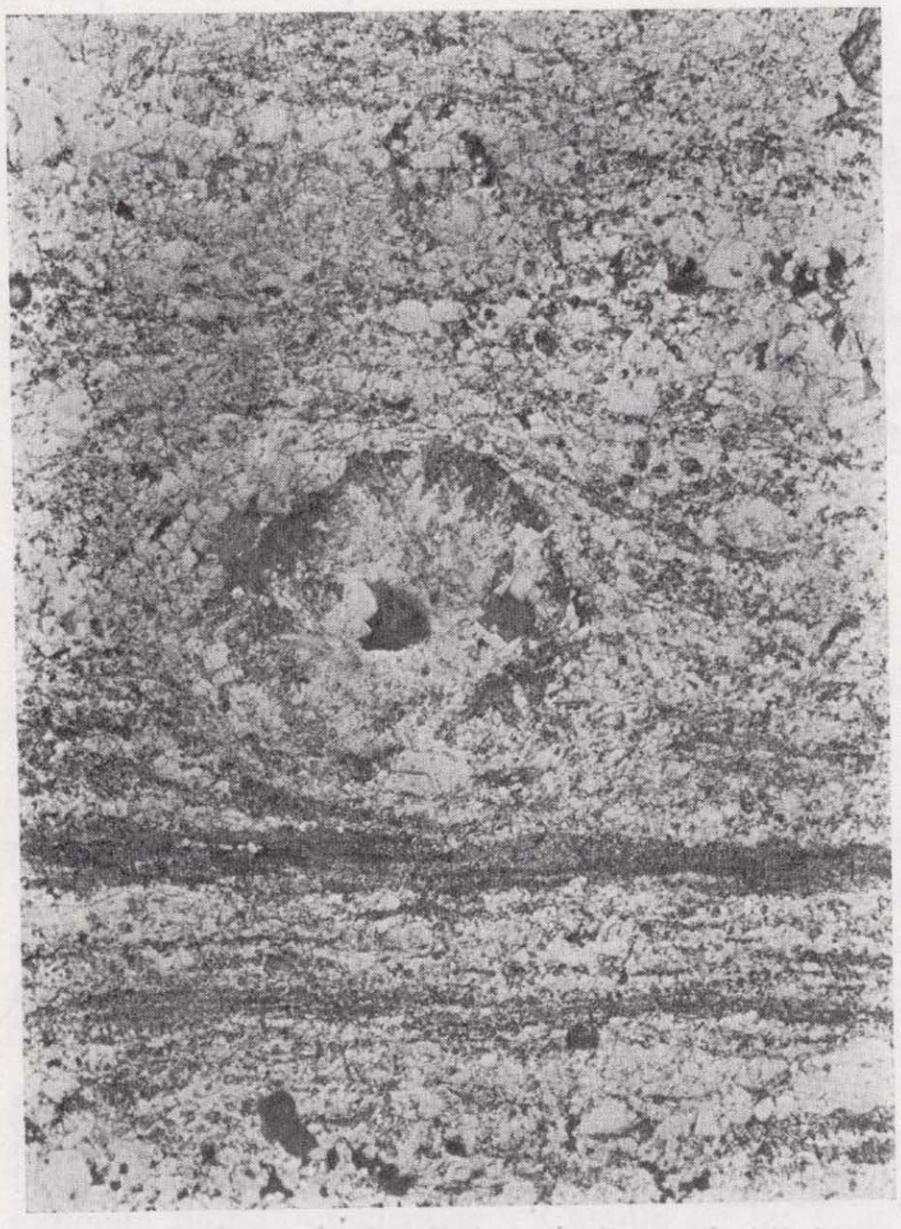


Figura 2

Textura de la fase primaria. Pirita bandeada en la que se puede observar el acoplamiento de estas bandas a un fenocristal de pirita. NP × 200

Estos barros muestran acusada polaridad, y abundantes huecos entre los intersticios de los cristales. Normalmente tienen carácter residual, ya que se transforman por recristalización en cristales de mayor tamaño (8 a 20 μ) que conservan todavía ciertos aspectos de la fase primaria, tales como la orientación o presencia de huecos, así como restos de texturas iniciales.

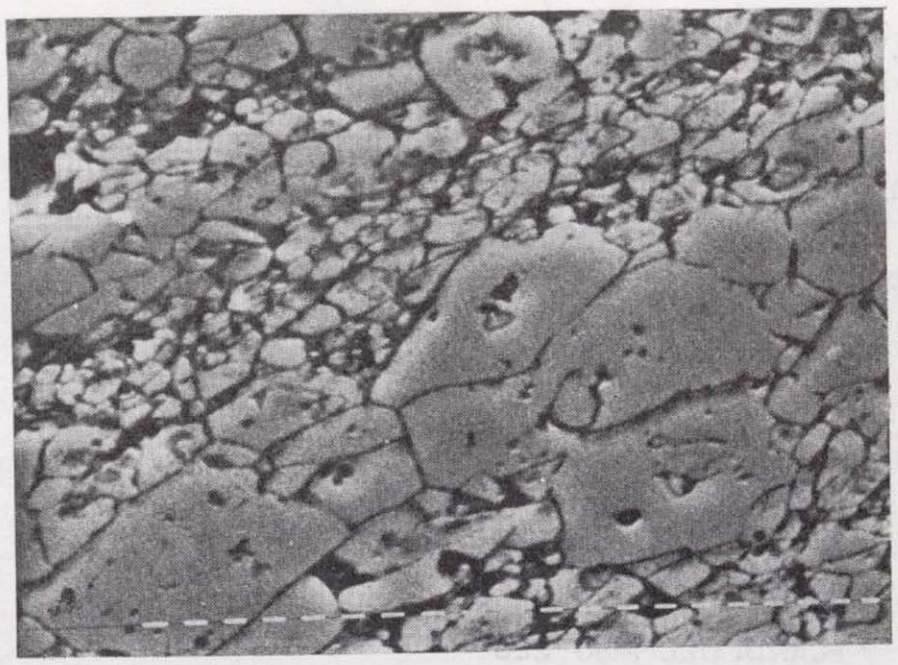


Figura 3

SEM, micrografía 2.500× Detalle de la textura bandeada de los "barros piríticos. Se puede observar una alternancia de bandas finas, con microcristales de 1 micra y bandas gruesas, con cristales de tamaño de 6-8 micras. Cada división de la escala, 1 micra

Esporádicamente, se observan texturas en forma de "mora" (fig. 4) de tamaño no superior a 8 μ y cuyo origen ha sido relacionado con microorganismos (Strauss, 1970). Cuando se observa con grandes aumentos, esta textura (foto 5), se puede apreciar que está formada por microcristales orientados de tamaño inferior a 0,5μ, limitados por bordes irregulares. Es frecuente la asociación de dos o más individuos, dando origen a un agregado

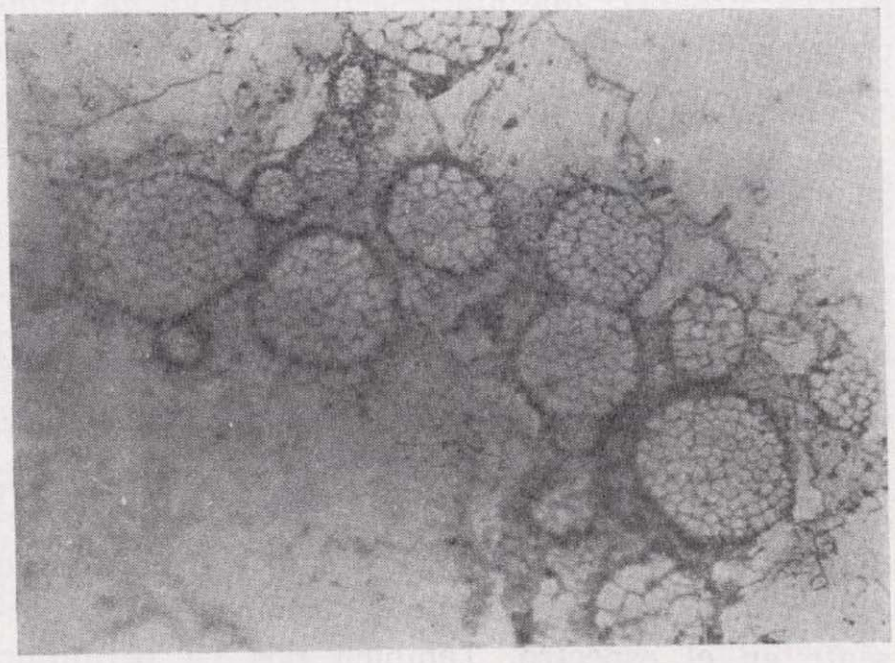


Figura 4

Textura en frambuesa, correspondiente a la fase primaria NP × 480

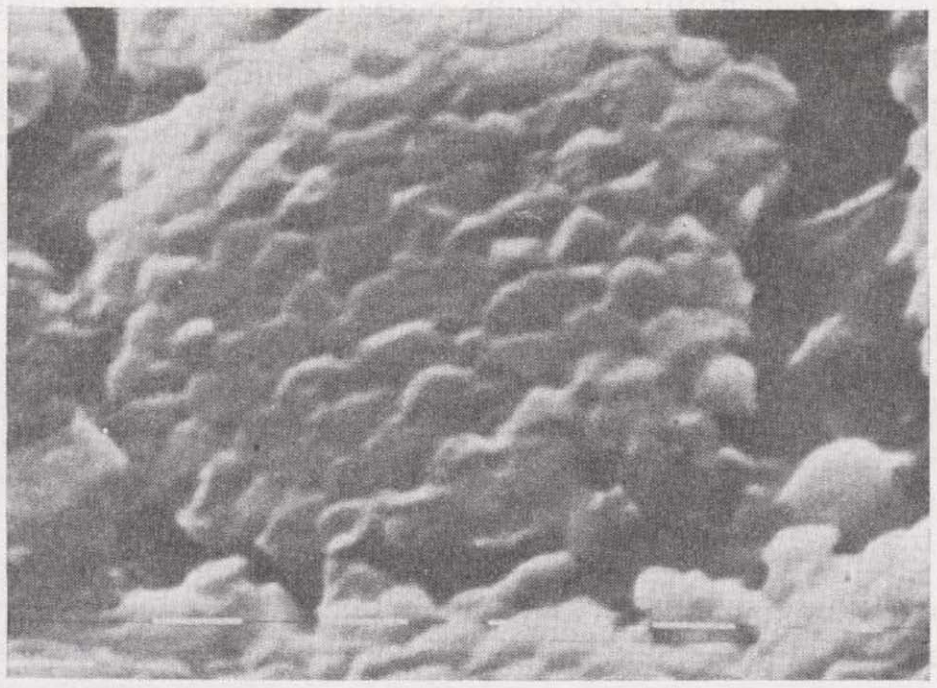


Figura 5

SEM, micrografía 10.000×. Detalle de la figura 4. Se puede observar cómo estas frambuesas están constituidas por microcristales orientados de tamaño inferior a 0,5 μ. Cada división de la escala, 1 micra

de contorno asimétrico. Según NICOLINI (1970) estas texturas son específicas concentraciones estratiformes, habiendo puesto LOVE (1964) de manifiesto que en los medios actuales las piritas presentan este mismo tipo de textura.

Asociadas a las texturas bandeadas de barros piríticos, se observan esporádicamente crecimientos concéntricos, alrededor de pequeños núcleos de galena, sílice o calcopirita. Estos bandeados se podrían relacionar con anillos de Liesegang, que se originan en un medio poroso a partir de una fase de organización incipiente de geles, aunque en otras ocasiones aparece únicamente el bandeado, sin la presencia de estos núcleos. Un ejemplo muy típico de la disposición bandeada se presenta en la figura 6.

El microscopio electrónico de barrido (S. E. M.) permite diferenciar con claridad dentro de esta fase primaria pequeños cristales de galena de tamaño comprendido entre 1 y 4 micras, diseminados entre los microcristales de pirita, con formas unas veces alargadas, según la estratificación y otras más irregulares, ocupando interticios (fig. 7).

B) FASE DE DIAGÉNESIS.

Las transformaciones que sufren los barros piríticos se manifiestan en diversos grados de recristalización, acompañado de una sensible reducción de los huecos existentes en la fase primaria. Lógica-



Figura 6

Texturas concéntricas de la fase primaria, NP × 200

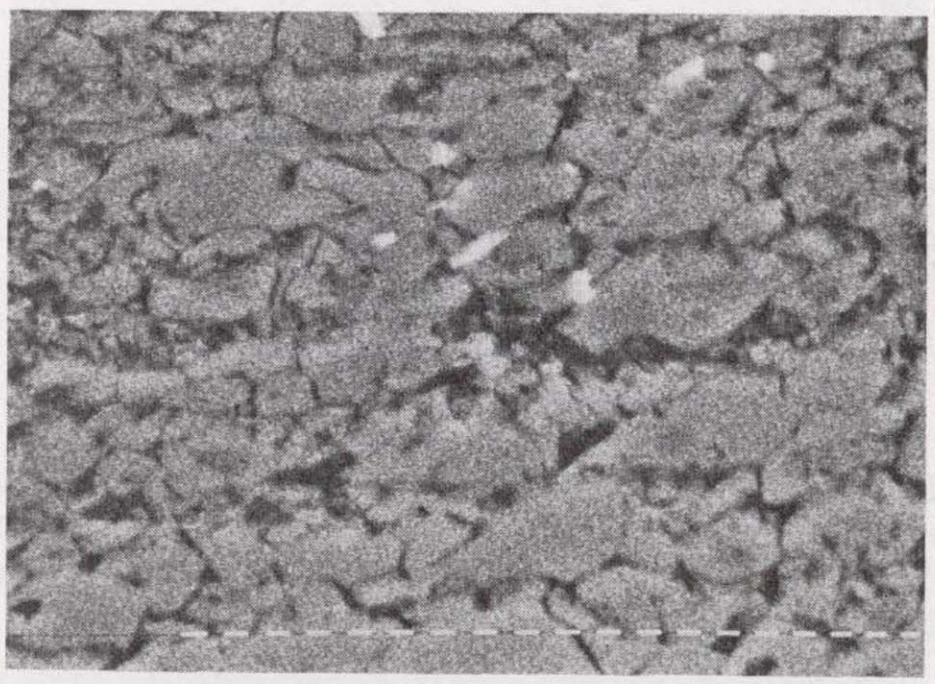


Figura 7

SEM, micrografía 2500×. Distribución de pequeños cristales de galena (blancos), diseminados entre los microcristales de pirita (gris claro) de la fase primaria. Cada división de la escala, 1 micra

mente, la presencia de estos huecos ha sido factor fundamental para facilitar los procesos de recristalización, posiblemente iniciados inmediatamente después de la deposición, y continuados durante las siguientes etapas diagenéticas. Pero consideramos que estos fenómenos tienen lugar todavía en fase de barros poco consolidados, ya que es frecuente observar formas de hundimiento, como claramente se aprecia en la figura 2, donde se puede ver un acoplamiento de las bandas piríticas a un fenocristal de pirita en el que hemos podido reconocer un núcleo de galena e inclusiones de pequeños cristales de esfalerita.

El estudio en detalle de la interfase entre los cristales de pirita primaria y los fenocristales de la diagénesis, permite reconocer unos bordes de apariencia musgosa, con numerosos huecos en disposición radial (fig. 8), así como restos de cristales parcialmente corroidos, lo que indica una previa disolución

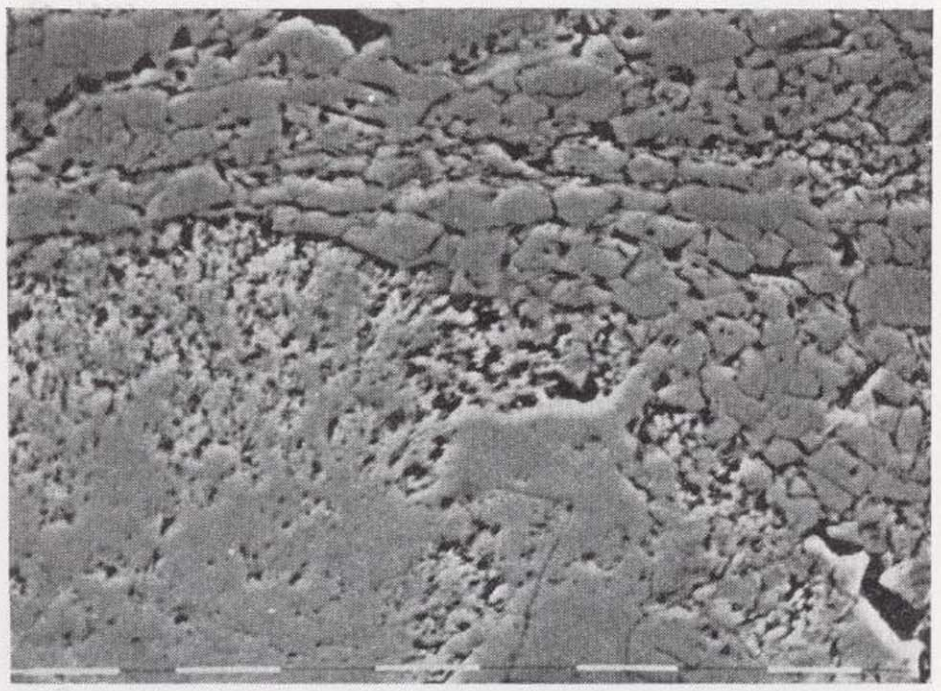


Figura 8

SEM, micrografía 1250×. Detalle de la interfase entre cristales de pirita primaria y los fenocristales se desarrollan en la fase diagenética. Cada división de la escala, 10 micras

parcial o total, de los cristales primarios antes de incorporarse a la nueva fase cristalina. Cuando la disolución ha sido parcial se pueden reconocer en los nuevos cristales restos de los anteriores.

La disolución previa a la recristalización de la pirita, está acompañada de un fenómeno de removilización, en el cual algunos elementos que se encontraban dispersos en la fase primaria se organizan en redes cristalinas anteriormente inexistentes.

La correlación entre las etapas de recristalización no es congruente, en el sentido de encontrar siempre secuencias escalonadas. El grado de perfección y desarrollo de los cristales ha sido el criterio que nos ha permitido establecer los grados de evolución diagenéticos, a los cuales se asocian los sulfuros minoritarios.

En la fase primaria hemos distinguido dos tipos de cristales, con tamaños comprendidos entre 1 y 6 μ, que tienen en común el presentarse alineados con marcada estratificación.

La destrucción de la laminación como consecuencia de la recristalización ha sido el criterio que hemos seguido para diferenciar estas fases primarias de las posteriores.

Un primer grado de recristalización diagenética se manifiesta por un tipo de textura con granos equidimensionales de tamaño medio, comprendido entre 30-40 μ, que, en conjunto, denominamos "piel de lagarto" (fig. 9). Aunque a gran escala se desarrolla en bandas paralelas, esta textura ha perdido por completo los rasgos de la deposición inicial.

Coexistiendo con esta fase de recristalización de la pirita se observan otros minerales, tales como arsenopirita, calcopirita y esfalerita, aunque su presencia sea más característica de etapas posteriores.

Una fase diagenética más avanzada se manifiesta por la formación de cristales subidiomorfos, con tamaños que pueden alcanzar hasta 200 μ, y en los que se puede observar un considerable descenso de las



Figura 9

Textura en "piel de lagarto", constituida por cristales de pirita de tamaño comprendido entre 30 y 40 micras. NP × 200

impurezas, lo que se traduce en cristales más limpios. En estos cristales se reconocen diversos tipos de texturas, originadas durante la recristalización

a) *Texturas estilolíticas.*—Son muy frecuentes, en la mayoría de las muestras estudiadas, bien directamente a partir de las barros primarios, o etapas intermedias. La idea más común es que estas texturas se originan durante la diagénesis, por disolución diferencial y recristalización selectiva. Según NICOLINI (1970), cualquiera que sea el origen de la textura, existe una asociación frecuente entre estilolitos y mineralizaciones estratiformes (fig. 10).

b) *Texturas concéntricas.*—Son poco frecuentes y muestran líneas de crecimiento curvas, de radio creciente a partir del núcleo central (fig. 6). A veces se observa que estas texturas se superponen a los estilolitos.

c) *Texturas zonadas.*—Se desarrollan con cierta frecuencia, y en ellas es posible reconocer exoluciones de pequeños cuerpos de calcopirita situados en los bordes de los cristales, en forma arrosariada.

La presencia de estas texturas zonadas nos indica la existencia de espacio suficiente para su desarrollo y son motivadas normalmente por una composición diferencial en la interfase que rodea al cristal (fig. 11).

AMSTUZ y PARK (1967) utilizan este tipo de texturas para determinar las relaciones en el tiempo, entre la diagénesis y el reemplazamiento de concentraciones minerales. En nuestro caso, este criterio es difícil de aplicar, dado que, aunque existe evidencia de estilolitos cuyos picos se desarrollan normales a la estratificación primaria, en los casos más frecuentes, las texturas estilolíticas se encuentran asociadas a líneas de fractura, no siendo posible establecer su relación con los anteriormente descritos, pues normalmente estas zonas fracturadas muestran una mayor recristalización, que, en algunos casos, adquieren aspecto brechoide. La convergencia de los estilotitos produce a veces microfracturas que se rellenan de minerales secundarios, como cuarzo, carbonatos, etc.

Nosotros hemos podido precisar una distribución gradual de estas texturas, considerando iniciales a los estilolitos, después las texturas concéntricas y finalmente las texturas zonadas, que dan origen a los cristales idiomorfos de pirita. La presencia de texturas laminadas afectadas por fenómenos "Slumping", han sido citadas por numerosos investigadores



Figura 10

Texturas estilolíticas que se desarrollan durante la fase de diagénesis. NP × 400

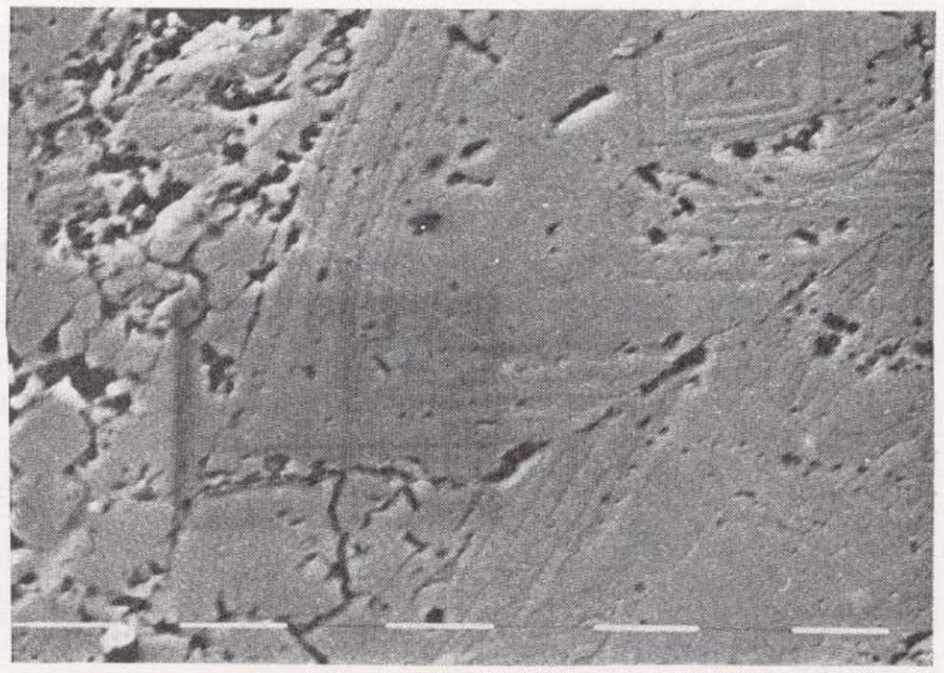


Figura 11

SEM, micrografía 1250×. Cristales zonados de piritas idiomorfas que crecen a partir de un núcleo. Cada división de la escala, 10 micras

de estas masas piritíferas (García Palomero (1975) y Straus (1970), entre otros). De acuerdo con nuestras observaciones, estos deslizamientos tendrían lugar en esta primera fase de barros y como consecuencia de los mismos se rompe el precario equilibrio geoquímico de los sedimentos y se producen recristalizaciones restringidas a estas áreas.

C) Fase de removilización.

Los esfuerzos mecánicos sufridos por las masas piríticas modifican, por un lado, las texturas anteriormente descritas y, por otro, introducen nuevos factores de inestabilidad geoquímica en sus componentes que, al movilizarse, rellenan los nuevos espacios producidos.

Se pueden distinguir varios tipos de procesos tectónicos, que presentan características mineralógicas y texturas diferentes. Es evidente que existe entre ellos una estrecha conexión; pero, según su desarrollo, condicionan asociaciones mineralógicas diferentes. Estos procesos se pueden esquematizar en tres tipos:

1) *Texturas cataclásticas.*

2) *Fracturas principales.*

3) *Fracturas secundarias.*

1) *Texturas cataclásticas.*—Es frecuente observar en las muestras estudiadas, fenómenos de brechificación acompañados de recristalización, que originan la formación de nuevos cristales de pirita, con marcado idiomorfismo, empastados en una masa de esfalerita, evidentemente de relleno posterior. Destaca asimismo la escasez de ganga asociada a los sulfuros en estas zonas cataclásticas, en relación con las fracturas.

La esfalerita presenta, con cierta frecuencia, pequeños cuerpos de exolución de calcopirita, que, aunque en la literatura clásica este tipo de texturas ha sido interpretado como indicadores de temperatura de formación, consideramos más objetivas las ideas de Natale (1969) para yacimientos semejantes, que explica las exoluciones como consecuencia de las efectos mecánicos del metamorfismo de baja intensidad.

2. *Fracturas principales.*—Tienen una distribución irregular, con desarrollo variable y bordes poco definidos, dependiendo estos factores en gran medida del grado de transformación diagenética que presentan los materiales en los cuales se desarrollan. Normalmente, estas grietas tienen un anchura superior a 0,1 mm., aunque pueden alcanzar tamaños mucho mayores.

Estas fracturas se caracterizan por estar rellenas de ganga, que a veces conservan en su interior algunos cristales de pirita, con marcado idiomorfismo, así como calcopirita, esfalerita y menos frecuentemente arsenopirita. No es raro observar como esta calcopirita sustituye a la ganga en las grietas, encontrándonos bordes de grano diferentes entre calcopirita y ganga o entre calcopirita-pirita. Estos últimos son con frecuencia festoneados y muy marcados por una película oscura, posiblemente de materia orgánica, que actúa de freno en la removilización (figura 12).

La fracturación produce las modificaciones más importantes, tanto desde el punto de vista cristaloquímico como en el enriquecimiento apreciable de otros minerales.

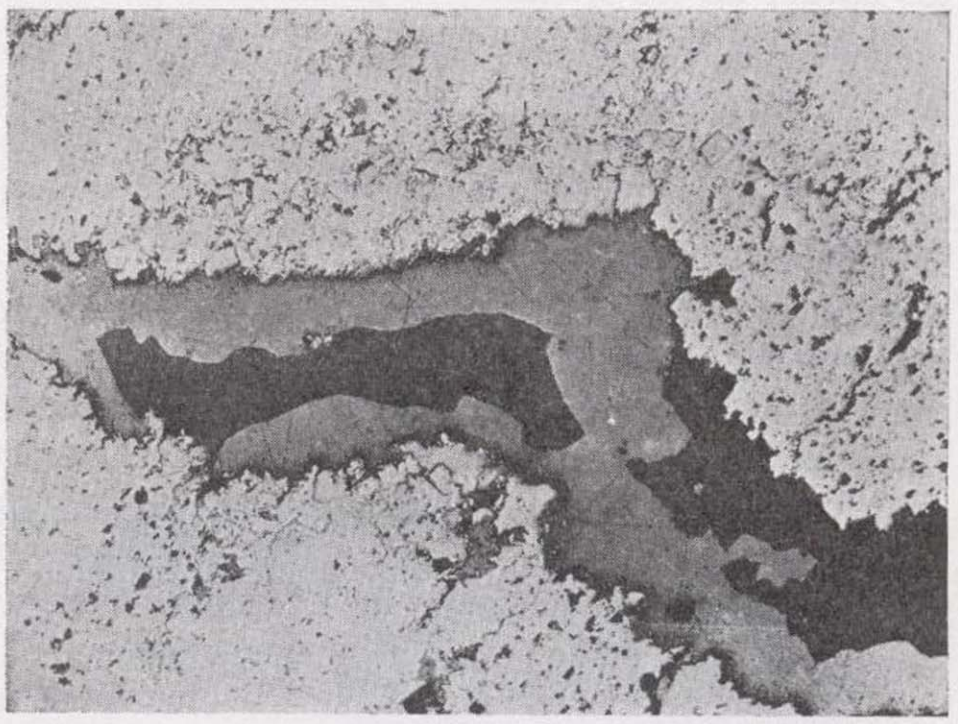


Figura 12

Fase de fracturación y removilización de la pirita. Fractura rellena con calcopirita (gris claro) y carbonatos (gris oscuro). Obsérvese los bordes festoneados marcados por una película oscura de materia orgánica. NP × 200

La existencia de estas fracturas facilita la movilización de elementos minoritarios, bien procedentes de las áreas circundantes o por la migración de otras más alejadas, a favor de las mismas. Es en estas zonas donde hemos encontrado galena con antimonio y, como ya discutiremos en el próximo capítulo, es aquí donde se encuentran, además del Cu, Zn y As, otros elementos minoritarios.

La pirita que rodea a estas fracturas principales presenta una textura diferente, con superficies más limpias, sin inclusiones y con un fuerte idiomorfismo (fig. 13).

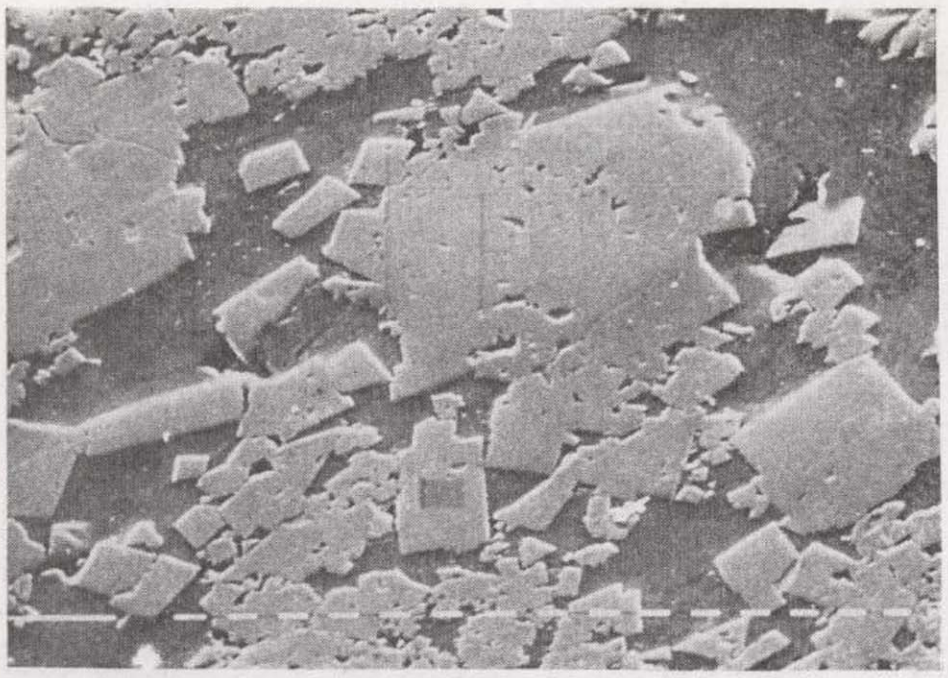


Figura 13

SEM, micrografía 320×. Cristales idiomorfos de pirita que se desarrollan en las proximidades de fracturas. Cada división de la escala, 10 micras

3) *Fracturas secundarias.*—Este tipo de fracturas se encuentran en estrecha correlación con las principales, ya que a veces se presentan en forma de pluma, asociadas a las mismas. También es frecuente reconocerlas en direcciones normales a la estratificación en las zonas donde subsisten estructuras primarias o poco evolucionadas.

Normalmente tienen poca importancia en cuanto a su desarrollo, pero en cambio muestran una mineralogía muy peculiar, ya que se encuentran rellenas casi exclusivamente de calcopirita. Su tamaño suele ser inferior a 50 micras.

Dentro de la removilización mecánica existe una gradación en la intensidad y naturaleza de los procesos que se originan. Es evidente que en las zonas de fracturación, la movilización es más intensa, como lo demuestra la acumulación de numerosos elementos minoritarios, junto a la calcopirita, esfalerita, arsenopirita y ganga. Pero con un carácter restringido a estas áreas concretas.

Por el contrario, la cataclasis produce una selección mineral más reducida, fundamentalmente se concentra esfalerita; en general, este proceso tiene un desarrollo mucho más amplio, en el conjunto, de muestras estudiadas. Por lo que, se puede considerar a esta fase como la más importante en la concentración del Zn.

En la figura 14 se ha representado de manera esquemática estas tres fases y sus características mineralógicas y texturales.

4. EVOLUCION GEOQUIMICA.

El estudio microscópico de estas menas nos ha permitido diferenciar las distintas unidades que en conjunto originan todas las texturas observadas: granos, huecos, bordes de grano, fracturas y ganga.

Abordamos en este capítulo un análisis detallado de la distribución de los elementos más importantes en cada una de estas unidades. El estudio se ha centrado fundamentalmente en la distribución del Cu, Pb y Zn ya que son los elementos habituales, más abundantes, que acompañan a la pirita.

La posibilidad de establecer una correlación entre la distribución mineral y los elementos constituyentes está limitada por la sensibilidad de detección del método analítico no destructivo, así como por la escala de los procesos observados. Aunque la bondad del método analítico utilizado es de gran eficacia en este tipo de estudio, es evidente que los resultados obtenidos deben efectuarse en prototipos bien definidos previamente.

Hemos considerado, asimismo, importante destacar la distribución de otros elementos menos frecuentes que el Cu, Pb y Zn, pero de gran interés mineralógico.

Composición media en áreas.

El análisis geoquímico se ha iniciado con la determinación de la composición media en áreas seleccionadas teniendo en cuenta fundamentalmente el tamaño del grano. Con este criterio hemos diferenciado cuatro unidades, con tamaños que varían desde 0,5 a más de 50 micras. Estos datos se comparan con el análisis medio puntual de granos de pirita de la última fase de recristalización. Los resultados obtenidos figuran en la Tabla I.

CARACTERISTICAS			PARAGENESIS
Fase primaria	Fase de barros piríticos.	TEXTURA — Forma: 1. Laminaciones. 2. Textura en frambuesa. 3. Bandeados concéntricos. — Tamaño: 1. a) 1-6 μ b) 2-10 μ por recristalización: 20 μ 2-8 μ a: 0,5 μ	— Pirita. — Núcleos de calcopirita y galena dispersos con tamaño 1-4.
Fase diagenética	Fase de recristalización y removilización incipiente.	TEXTURA — Forma: 1. Piel de lagarto. 2. Estilolitos. 3. Crecimientos concéntricos. 4. Crecimientos zonales. — Tamaño: 1. 20-30 μ 2, 3 y 4. Típicos en cristales superiores a 100 μ	— Pirita. — Calcopirita. — Blenda. — Arsenopirita.
Fase de removilización mecánica.	Fracturación y removilización principal.	TEXTURA — Forma: 1. Zonas cataclásticas. 2. Fracturas secundarias. 3. Fracturas principales. — Tamaño: 1. Variable. 2. <59 μ 3. >100 μ	— Pirita. — Carcopirita. — Blenda. — Arsenopirita. — Lollingita. — Galena con antimonio.

Figura 14

Esquema de las tres fases de sus características texturales y mineralógicas

TABLA I

Micras elementos	0,5-5	5-10	10-20	20-40	50	Análisis puntual pirita
S	53,48	53,73	54,25	53-13	53,78	54,12
Si	0,43	0,29	0,23	0,28	0,40	0,19
Fe	43,82	44,18	44,00	43,22	43,53	44,62
Cu	0,09	0,06	0,19	0,16	0,29	0,15
Zn	0,17	0,15	0,30	1,04	0,19	0,04
Pb	0,70	0,33	0,22	0,96	0,74	0,28
Al	0,96	0,86	0,19	0,49	0,39	0,18
As	0,30	0,37	0,58	0,67	0,65	0,37

De la observación de estos resultados, se desprende un hecho notable: la dispersión de la distribución de elementos minoritarios no se rige por una distribución lineal en función del tamaño de los granos. Esta aparente anomalía se justifica teniendo en cuenta que los análisis globales incluyen zonas constituídas por granos, ganga y huecos, así como microfracturas en los tamaños superiores. Si comparamos estos datos con la composición media de un grano de pirita, grande, mayor de 50 μ, observamos una disminución notable de estos oligoelementos, lo que hace pensar en un desplazamiento por removilización a las zonas circundantes de la pirita. Es necesario, por tanto, considerar independientemente a las distintas unidades que constituyen el conjunto de la muestra, con la dificultad de observar el comportamiento de la materia orgánica en su doble función, como inhibidor del crecimiento cristalino y por la acción absorbente que ejerce sobre los iones dispersos.

Distribución de oligoelementos en granos.

El análisis puntual de la distribución de Cu, Pb y Zn, en diferentes granos de tamaño variable, en las áreas anteriormente indicadas, se representa en la figura 15. En ella se puede observar un comportamiento variable para cada uno de estos elementos, especialmente significativo para los tamaños mayores a 10 micras. Estos valores han sido obtenidos por EDAX, considerando sólo cuatro elementos, los citados más el Fe. De aquí que los tantos por ciento sean valores relativos.

El Zn es con mucho el elemento más abundante y el que presenta mayor dispersión, con valores promedios que oscilan para unas áreas de un 10 a un 22 por 100, y en otras con tamaños semejantes no sobrepasa el 1 por 100, por regla general.

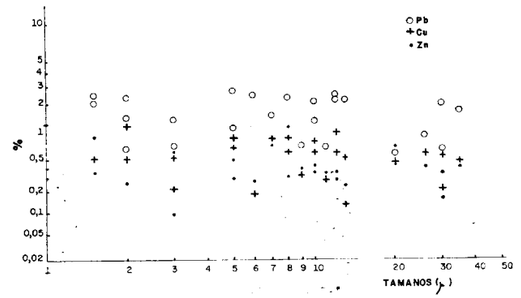


Figura 15

Variación de los contenidos de Cu, Pb y Zn con el tamaño de los cristales

Justificar este hecho ha precisado un estudio minucioso y exhaustivo del comportamiento de los diferentes factores que intervienen en el entorno analizado. La causa más destacada que condiciona esta anomalía hay que buscarla en la disposición textural de los granos de pirita.

Los mayores contenidos en Zn están localizados en zonas donde los granos de pirita, de tamaño muy pequeño (1 a 3 micras) están firmemente adosados con materia orgánica en películas delgadas entre los intersticios.

Esta distribución no es muy frecuente, pues lo nomal es que junto con los granos de pirita y materia orgánica aparezca un cierto contenido en ganga, fundamentalmente arcillosa, lo que determina la presencia de una porosidad mayor. La presencia mayoritaria del Zn en las áreas, primero se puede justificar suponiendo un aporte preferente de este elemento cuando la sedimentación es escasa o nula en sedimentos arcillosos. La presencia de los mismos incrementaría la porosidad de los barros primarios,

y por tanto su fácil lixiviación durante la compactación.

Aunque es evidente una correlación entre la presencia de ganga arcillosa y el contenido en Zn, pensamos que la movilización a través de los poros no lo justifica plenamente, pues el contenido medio de la mena es bastante inferior al observado en estos análisis, de aquí que pensemos que sea la hipótesis primeramente emitida, de la sedimentación preferencial del Zn en ausencia de ganga arcillosa la que tenga más visos de verosimilitud.

De ser cierta esta hipótesis, resultaría que en los ambientes sedimentarios, la turbulencia del medio, juega un papel fundamental en la distribución de oligoelementos, siendo los ambientes de mayor tranquilidad los más propicios a la concentración del Zn.

Análisis de huecos y fracturas.

Es evidente que en los procesos de removilización la presencia de huecos no solamente juega papel importante desde el punto de vista textural, sino que también geoquímicamente adquieren gran interés, pues en ellos se concentran aquellas sustancias "extrañas" a la red del mineral circundante, entre las cuales aparecen iones dispersos que pueden alcanzar cierta concentración. Un ejemplo muy típico es el que expresamos en la figura 16, donde se observa el "line-scan riatemeter" de la distribución de cobre en un cristal de calcopirita y en menor cantidad en huecos próximos al mismo.

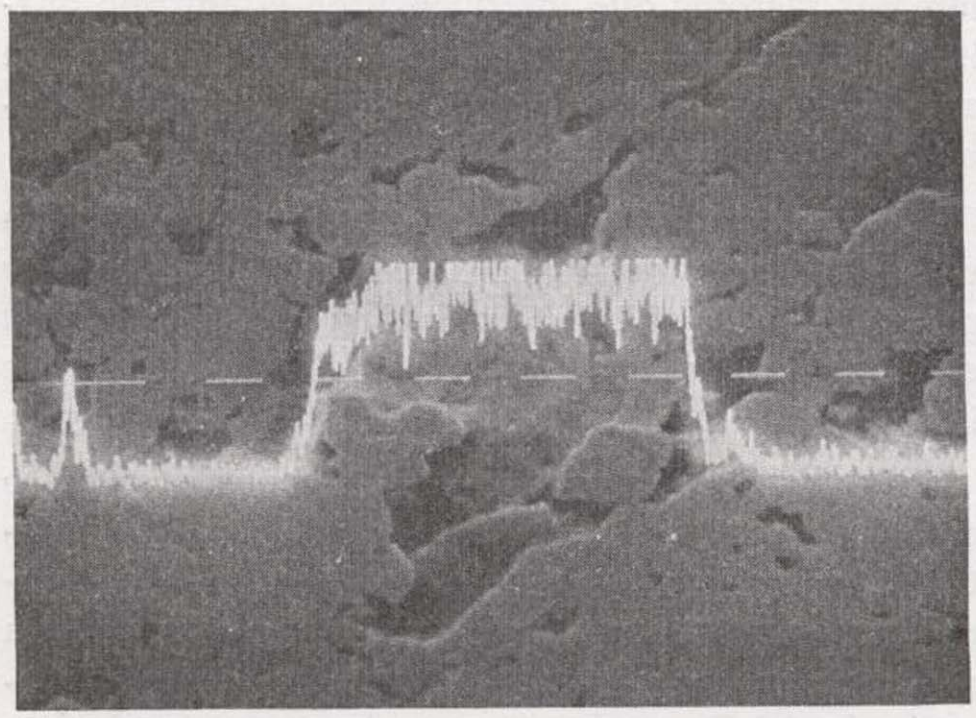


Figura 16

SEM, micrografía 640×. line-scanratemeter, de la distribución de cobre en un cristal de calcopirita y en menor cantidad en huecos próximos al mismo. Análisis efectuado siguiendo la línea de la escala. Cada división, 10 micras.

Los procesos de concentración geoquímica en las fracturas llevan aparejados una disminución notable de oligoelementos en los grandes cristales idiomorfos de pirita. Sirva como ejemplo comparativo los valores medios que ofrecemos en la tabla II en cuanto a la distribución de Pb, Cu, Zn y As, en una fractura y en los cristales de pirita. Aunque los valores de la fractura sólo tienen sentido indicativo, pues, como es lógico, su fluctuación será notable en otras zonas, en cambio sí lo son los datos analíticos de la pirita, con sensible descenso del contenido del Cu, Pb, Zn, en relación con los cristales analizados anteriormente, de mayor tamaño. Esta pérdida de oligoelementos tiene lugar en las nuevas fases de crecimiento durante la removilización. De aquí que podamos establecer a priori una clara tendencia: la disminución de oligoelementos en la pirita a medida que aumenta la perfección morfológica de los cristales.

TABLA II

Zona %	Fracura	Grandes cristales de pirita
Pb	10,00	0,70
Cu	85,77	0,13
Zn	3,70	0,23
As	—	1,60

Otro factor que hemos observado que tiene gran influencia es la forma y tamaño de los huecos y fracturas en los cuales se alojan los nuevos cristales. La presencia de espacios grandes o equidimensionales permite la formación de cristales con marcado idiomorfismo, donde se pueden reconocer líneas de crecimiento, como es el caso de la figura 17, que corresponde a un cristal de lollingita con líneas de crecimiento bien definidas.

Por el contrario cuando el espacio no es idóneo, la forma de los cristales o es irregular, con fuerte influencia de los bordes de hueco o fractura. Ello motiva que sea en estos tipos de crecimiento donde es más fácil encontrar elementos poco frecuentes en los cristales recién formados. Un ejemplo lo tenemos en la galena con antimonio de la figura 18, en la que se observa la existencia de efectos mecánicos durante su formación, con la presencia de grietas poco frecuentes en los cristales de galena.

Relación Fe/Cu en calcopiritas y Fe/Zn en esfaleritas.

Los estudios mineralógicos nos han permitido conocer cristales de calcopirita y esfalerita en diferen-

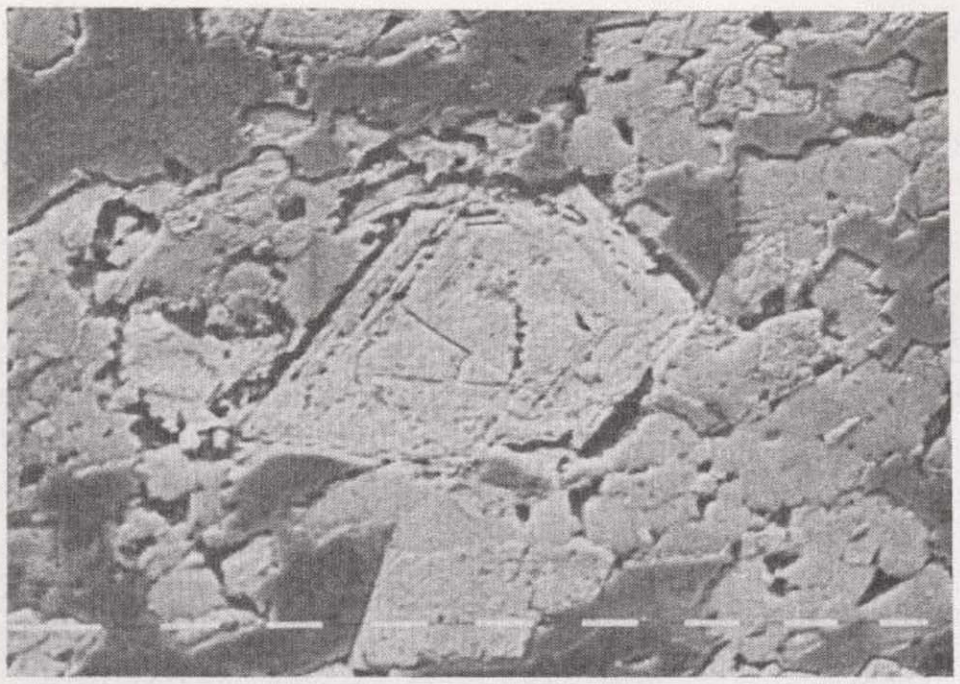


Figura 17

SEM, micrografía 640×. Cristal de Lollingita, con líneas de crecimiento bien definidas, originado en la última fase, en una zona parcialmente brechificada. Cada división de la escala, 10 micras.

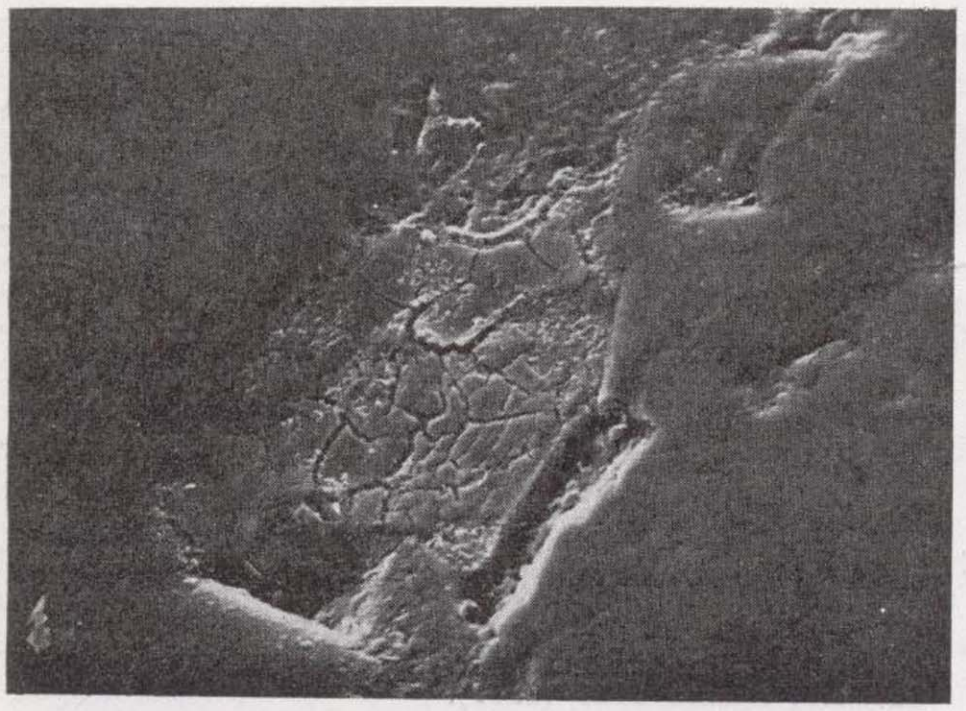


Figura 18

SEM, micrografía 1250×. Cristal de galena con antimonio, desarrollado en un hueco, en el que se puede observar las grietas que presenta

tes etapas de evolución de estas menas. Por esta razón hemos efectuado distintos análisis para establecer de modo orientativo la correlación de estos elementos mayoritarios en estos minerales.

1) Relación Fe/Cu en calcopiritas:

	1	2	3	4
Fe %	47,48	49,45	50,82	60,02
Cu %	52,11	50,54	49,17	39,8

Estos valores corresponden a:

1, calcopirita en grandes fracturas,

2, calcopirita en microfracturas,

3, calcopirita en pequeños huecos,

4, microcristales de calcopirita dentro de la pirita (unas 10 micras).

Como se desprende de estos datos, el contenido en cobre en calcopiritas está estrechamente relacionado con la fase de formación de la misma, con una variación que puede llegar a oscilar del 10 al 12 por 100, según se trate de microcristales de los primeros estadios o bien de cristales grandes originados en el relleno de grietas o fracturas, que favorecen considerablemente el predominio de cobre con respecto al hierro.

2) Relación Fe/Zn en esfaleritas.

En el caso de la blenda, el comportamiento es similar, ya que los valores obtenidos tienen tendencias concordantes con los de la calcopirita, según se desprende del siguiente cuadro:

	1	2	3	4
Fe %	6,39	17,42	18,70	46,74
Zn %	93,61	82,57	81,30	53,26

Donde:

1, cristales aislados en la ganga de las fracturas,

2 y 3, cristales en huecos pequeños o dentro de la pirita,

4, microcristales de blenda asociados a la pirita (3 a 5 micras).

Discusión de resultados.

A lo lago de este trabajo hemos puesto de manifiesto una serie de transformaciones cristaloquímicas en los diferentes minerales que constituyen la mena. Estas modificaciones cristaloquímicas son una consecuencia directa de la inestabilidad de las redes cristalinas precedentes, bien como consecuencia de su composición inicial, bien por la pérdida del agua en la fase de compactación o bien por un proceso fundamentalmente mecánico que produce la reducción de los espacios libres. Es evidente la dificultad de precisar cuál de estas causas es la más importante como generadora de dichos procesos. No obstante, se puede establecer la influencia característica de cada uno de ellos a lo largo de las distintas etapas.

Durante la fase inicial de barros tiene lugar una transformación que produce por un lado la destrucción parcial de las texturas sedimentarias, lo

cual motiva un incremento en el tamaño de los cristales de hasta 20 micras. Con una reducción parcial de los huecos preexistentes, algunos de los cuales quedan englobados en los nuevos cristales. Esta fase, desde el punto de vista geoquímico, es poco importante, ya que apenas existe modificación en el contenido de oligoelementos en los cristales de pirita, aunque asociada a la misma hemos encontrado excepcionalmente en algunas zonas contenidos de Zn próximos al 20 por 100 y, dada la escasez de sedimentos arcillosos en los bordes, consideramos se encuentra relacionada esta anomalía con las características hidrodinámicas del medio, que impide la deposición conjunta de los microcristales de sulfuro con la floculación de material arcilloso y materia orgánica. Esta fase estaría en gran medida condicionada a la pérdida de agua y, como consecuencia, a la reducción de la porosidad. El carácter plástico de esta fase origina texturas con fenoblastos de pirita, que producen modificaciones por hundimiento en la estratificación inicial.

Es posible que, bien superpuesta con la fase anteriormente descrita o bien en un estadio más avanzado se formen cristales con idiomorfismo creciente, en los cuales se pueden reconocer distintas texturas durante el crecimiento, tales como estilolitos, texturas concéntricas o zonadas, lo cual evidencia una mayor lentitud en la formación de los mismos, que lleva consigo la expulsión de oligoelementos inestables en las nuevas redes, tales como: Zn y Cu, fundamentalmente.

Los efectos tectónicos producen una intensa fracturación, que es, sin lugar a dudas, cuantitativamente la fase más importante desde el punto de vista de la removilización. Estas fracturas tienen un comportamiento complejo, ya que por un lado producen una destrucción selectiva de las redes minerales asociadas a las mismas, bien por efecto mecánico o por la posibilidad de soluciones que circulan a través de las mismas, siendo finalmente el lugar idóneo para la deposición de estos elementos junto con la ganga.

BIBLIOGRAFIA

AMSTUTZ y PARK: *Stylolites of diagenetic age and their rol in the interpretation of the southern Ilinois flourspar deposits* "Min. Dep. Heidelberg", pp. 44-53 (1967).

AMSTUTZ et alt.: *Diagenetic behavoiur of sulphides. In Developments in sedimentology*, vol. 2, pp. 65-90 (1969).

BERNARD, M. A., et SOLER, E.: *Esquisse structurale du flanc de l'anticlinal de Puebla de Guzmán, región de Boca Chanza (provincia de Huelva, Espagne)*, "C. R. Acad. Sc. París", t. 279, pp. 711-714 (1974).

CARUDHO, DELFIM de et al: *Structure et stratigraphie de l'anticlinorium de Puebla de Gurzan (ceinture pyritesse sud-iberique) au Portugal et an Espagne: une mise au point*. "C. R. Acad. Sc. Paris", t. 281, pp. 1.674-1.676 (1975).

DOETSCH: *Génesis de los criaderos de piritas ferrocobrizas sudibéricas*. "Invest. y Prog.", año VI, n. 4. Madrid 1932).

Esbozo geoquímico y mineralogenético del criadero de piritas "Las Herrerías", Puebla de Guzmán (Huelva), "Bol. IGME", t. LXVIII, pp. 225-306 (1957).

GARCÍA PALOMERO: *Estudio geológico de la masa pirítica de San Antonio (Río Tinto)*. "Jornadas Minero Metalúrgicas", Bilbao, 1-23 junio 1975, pp. 175-91 (1975).

GUNTER, STRAUS and MADEL: *Geology and massive sulphide depossits in the Spanish-Portuguese pyrite belt. Sonderdruck aus der geologischen Rundschauny Band*, 63, 1974, Stuttgart (1974).

GUNTER, STRAUS and MADEL: *From sulphur ore to base metals*. "Sulphur", n. september 1975 (1975).

LOVE: *In gitologie des concentrations minerales stratiformes*. Ed. Gouthier-Villars, 1970 (1964).

NATALE, P.: *Recristalization and removilization in some stratiform pyrite deposits of the western. Convengo-sulla rimovilizzazioni dei minerali metallici e non metallici*. Gagliani, agosto 1969 (1969).

NICOLINI, P.: *Gitologie des concentrations minerales stratiformes*. Ed. Gauthier-Villars, pp. 124 (1970).

RAMBAUD, F.: *El sinclinal carbónico de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas*. "Mem. Inst. Geol. Min. Esp.", n. 71, p. 22, 1969 (1969).

RAMDHOR, P.: *The ore minerals and their intergrowths. International series of monographs on earth sciences*, 1.169 pp. (1969).

STRAUSS, G. K.: *Sobre la geología de la provincia pirotífera del Suroeste de la Península Ibérica y de sus yacimientos en especial sobre la mina de pirita de Lausal (Portugal)*. "Mem. IGME, n. 77 (1970).

WILLIAMS, D. et alt.: *The planes San Antonio pyrita deposit of Rio Tinto Spain: its nature enviroment and geneses*. "Mining and Metalurgy", august 1975, pp. 73-82 (1975).

Recibido: Febrero 1977.

Boletín Geológico y Minero. T. LXXXVIII-V. Año 1977 (401-416).

Estudios geológicos e hidrogeológicos sobre la fosa media del Tajo

Por F. LOPEZ VERA (*)

RESUMEN

La fosa media del Tajo, no obstante estar situada sobre ella la capital de España, es geológicamente poco conocida. En los últimos años se han intensificado los trabajos, sobre todo con vistas a un mejor aprovechamiento de sus recursos naturales, utilización industrial de sus rocas, minería, agua subterránea, ordenación territorial, ecología, etc. En este trabajo se presenta la evolución de los conocimientos geológicos sobre esta zona, en el período 1845-1976, así como los últimos avances en el conocimiento de su estratigrafía, con el reconocimiento de diversas unidades, con el rango de formación y grupo. Su estructura, a la luz de los últimos estudios geofísicos y morfoestructurales y sus características hidrogeológicas, en cuanto a sus propiedades: flujo y comportamiento frente a la explotación.

ABSTRACT

The Tajo basin, not withstanding, being the site of Spain's capital, is geologically poorly known. In the last years survey has been increased, looking forward mainly to a better utilization of its natural resources like industrial use of rocks, minings, underground waters, echology and so on.. In this work the evolution of the geological knowledge about this area in the period 1845-1976 is accounted for, as well as the more recent progresses in stratigraphy, implying among them the distinction of the several units, i. e. formations and groups. Structure of the basin is also discussed here in the light of the recent geophysical and morpho-structural data, as well as hydrological behaviour with regard to flow properties and exploitation possibilities.

INTRODUCCION

En nuestro país existen, todavía, extensas regiones cuyo conocimiento geológico es muy reducido. Entre ellas la que aquí nos ocupa, la Fosa media del Tajo (fig. 1). En este caso particular, quizá haya influido el poco desarrollo que ha tenido la metodología geológica e hidrogeológica en el estudio de estas cuencas del Terciario, rellenas de materiales poco consolidados. En contraste, en las regiones con afloramientos de rocas del Mesozoico o Paleozoico, la metodología estratigráfica, tectónica y geomorfológica, se ha desarrollado mucho más.

En este trabajo pretendemos presentar una panorámica de la evolución y grado alcanzado de los conocimientos sobre la estratigrafía, evolución dinámica, geomorfología e hidrogeología en esta región. Con la intención de que pueda ser de utilidad para aquellas personas que tengan que desarrollar su actividad profesional en esta zona.

También se presenta una amplia relación bibliográfica de 185 títulos, de los cuales 133 versan so-

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

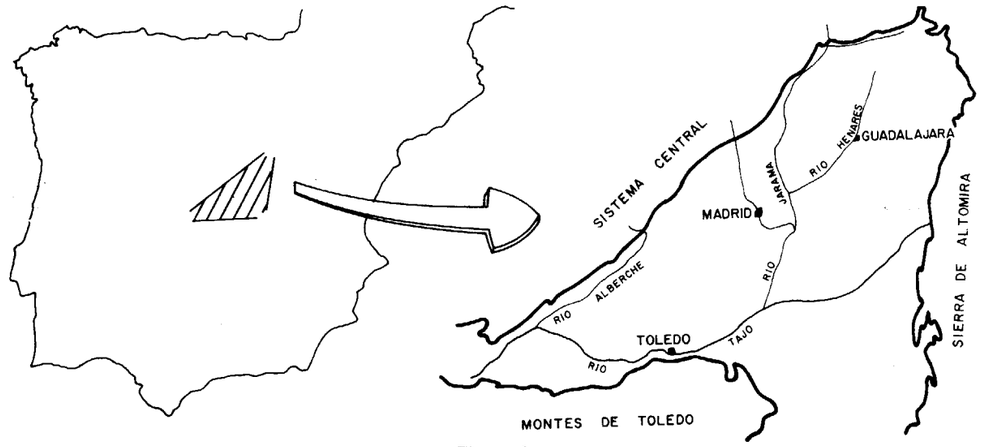


Figura 1

Esquema de situación

bre temas de estratigrafía, tectónica o geomorfología y 52 sobre la hidrogeología de esta región. Esta relación, aunque forzosamente no sea exhaustiva y tenga, sin duda, lamentables omisiones, creemos que es suficientemente representativa.

En la figura 2 se muestra un histograma con la distribución temporal de las publicaciones recogidas en el período 1845-1976. En él hay que destacar que más del 75 por 100 de las publicaciones sobre hidrogeología corresponden al período 1971-

Figura 2

Histograma de las publicaciones en los años analizados

1976, mientras que el mismo período 1971-1976 sólo supuso el 21 por 100 de los trabajos sobre geología.

La mayor parte de estas publicaciones tratan de observaciones locales, de inapreciable valor, aunque en la mayoría de los casos su interpretación geológica e hidrogeológica no esté de acuerdo con los criterios actuales sobre la materia. Tampoco faltan, aunque en escaso número, los trabajos de síntesis. De todos ellos haremos un breve resumen a continuación.

LOS PRIMEROS TRABAJOS

En el período 1845-50 como consecuencia del ambiente filosófico que había reinado en Europa en la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, durante el cual se sentaron los principios básicos de la Geología, surgen también en España científicos que se preocupan de la "geognosis" y de la "geogenia" de las distintas unidades geológicas de la Península. Entre ellas cabe destacar las teorías de grandes lagos, emitidas por EZQUERRA DEL BAYO (1845), sobre la formación de las cuencas terciarias, determinando su edad y haciendo su primera división en tres grupos litológicos. Este, como otros trabajos de PRADO (1852-64) y LAURENT (1859) de carácter más específico, se realizaron favorecidos por el entonces (1949), recientemente creado organismo que después sería el Instituto Geológico y Minero.

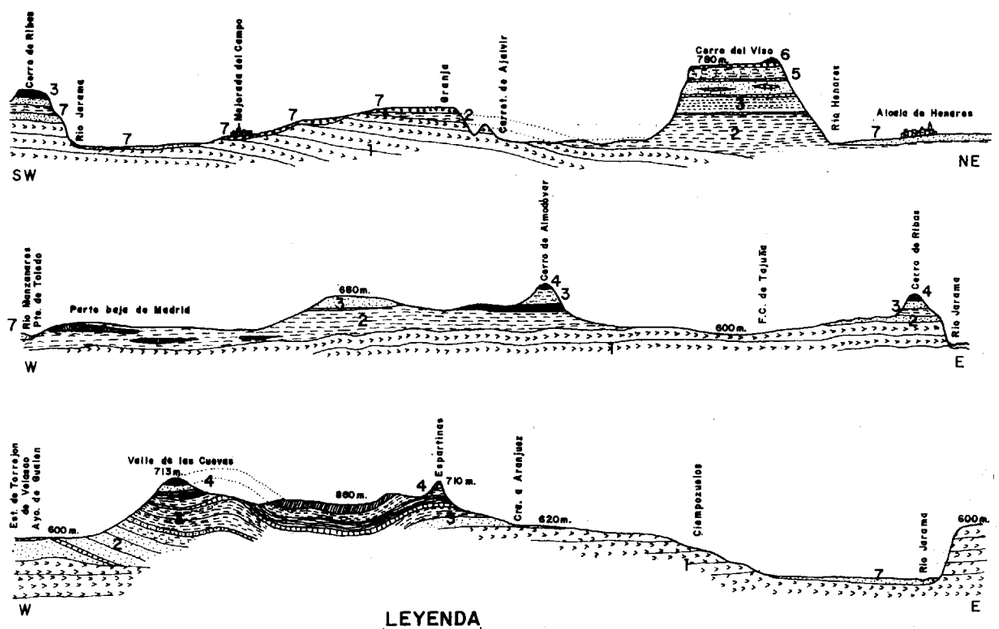
La constitución de la Real Sociedad Española de Historia Natural en 1871 y la creación de la Comisión del Mapa Geológico en el seno del I. G. M. E., junto con la labor científica desarrollada por la Institución Libre de Enseñanza, activaron los estudios y trabajos de la Geología nacional, no sustrayéndose a esta corriente la cuenca del Tajo, sobre la que se publicaron numerosas notas de carácter local principalmente, descripción de cortes locales, excursiones por los alrededores de Madrid, etc. Todas estas publicaciones versan sobre el Terciario, hasta que en 1921 con WERNERT y PÉREZ DE BARRADAS, aparecen dentro del mismo ámbito las primeras publicaciones sobre el Cuaternario, sus terrazas, aluviones, etc.

Dentro de las publicaciones sobre datos locales, no faltan tampoco los trabajos de síntesis, entre los que quizá cabe destacar los realizados por ROYO GÓMEZ, en 1922 y 1926. Este autor establece un paralelismo entre la cuenca del Tajo y otras cuencas terciarias mejor conocidas, basándose en datos paleontológicos, que durante aquel período aportaron diversos autores. Se trataba del hallazgo de fauna, principalmente asociada a un nivel de margas yesíferas y arcillas existentes sobre los "yesos de Vallecas".

Las ideas sobre la disposición y estructura del Terciario de esta zona, expuesta por Royo Gómez, queda reflejada en sus perfiles, reproducidos en la figura 3, en los cuales hace especial hincapié en la datación de los yesos de Vallecas como paleógenos, basándose en la presencia de una superficie de erosión que separa estos materiales de los suprayacentes.

Durante este período comprendido entre 1845-1926, apenas si existen trabajos sobre Hidrogeología, a pesar de la larga tradición hidrogeológica de la capital de España, antes de que se abasteciese de las aguas del río Lozoya a través del Canal de Isabel II (LLAMAS, 1975). Tan sólo hemos podido recopilar dos publicaciones, una de GIMÉNEZ DELGADO y otra de GAUD y FONTES (1865), en las cuales intentan establecer criterios para la prospección de las aguas subterráneas en esta región y que dieron como resultado algunas perforaciones, con máquinas de percusión, introducidas en España por aquellas fechas, como el célebre pozo del Sr. Matheu de la calle de Espoz y Mina de Madrid, que llegó a 203 metros sin salir del Terciario detrítico, o el sondeo de la Sagra (Toledo) al pie del cerro de Villaluenga que perforó igualmente 200 metros sin salir del Terciario detrítico (ROYO GÓMEZ, 1926 b. pp. 226-267). Ambas perforaciones fracason, lo que probablemente hiciese que decayera mucho la actividad en los años siguientes, hasta que en 1906, bajo los auspicios de la Comisión del Mapa Geológico de España, se realizaron diversos trabajos con un carácter local y descriptivo semejantes a las publicaciones que se hacían sobre Geología, lo que hizo especialmente fecundo en publicaciones el quinquenio 1906-1910.

En el quinquenio siguiente (1911-15), aunque el número de publicaciones es menor, el planteamiento que se da a la utilización de las aguas subterráneas es distinto al del quinquenio precedente y prácticamente se puede decir que se mantendrá con pequeñas modificaciones hasta el año 1965. Los tres trabajos recogidos son plenamente representativos del ambiente del pensamiento "hidrogeológico" de la época. Por una parte el ingeniero municipal GIL CLEMENTE, J. (1911) rompe una lanza en favor de la reutilización de las aguas subterráneas de los an-



LEYENDA

1 — MARGAS GRISES YESIFERAS DE VALLECAS (EOCENO SUPERIOR)
2 — ARENAS Y ARCILLAS GLAUCONIFERAS, CON CAPAS Y LENTEJONES DE MARGAS BLANCAS, YACIMIENTO DE VERTEBRADOS DEL RIO MANZANARES
3 — ARENAS Y MARGAS CON LECHOS SILICEOS Y MARGAS BLANCAS
4 — MARGAS BLANQUECINA Y VERDOSAS CON SILEX
5 — MARGAS VERDOSAS Y ARENAS CON TESTUDO BOLIVARI
6 — CONGLOMERADO Y CALIZAS DE LOS PARAMOS
7 — TERRAZAS CUATERNARIAS Y ALUVIONES

Figura 3

Perfiles geológicos según Royo Gómez (1926)

tiguos "viajes" de la villa, para complementar el abastecimiento de la corte realizado por el Canal de Isabel II desde 1858, que ya se hacía insuficiente. Por otra parte el ingeniero agrónomo JANINI JANINI (1913) experimentó el riego por agua artesianas, del Patrimonio de El Pardo, y en su publicación incluye un informe técnico del "zahori" señor García Muñoz. También son estudiadas las posibles cuencas artesianas de la Península, por FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1914), siguiendo el esquema de artesianismo de alimentación por borde de cuenca (figura 4), de la entonces ya conocida cuenca artesiana de París. Este esquema de artesianismo, se mantendrá como único en nuestro país hasta nuestros días, e inspirará las investigaciones hidrogeológicas de la década siguiente, culminando con el sondeo de Alcalá en 1927, que con sus desalentadores resultados, enfriaron de nuevo el entusiesmo por el aprovechamiento de las aguas subterráneas de esta cuenca.

Los trabajos sobre geología durante el quinquenio 1926-30, fueron especialmente abundantes por coincidir con las publicaciones de las hojas del Mapa Geológico Nacional de: Madrid, Alcalá de Henares y Algete (números 559, 560 y 535), y publicaciones anexas de sus autores. Del conjunto de estos trabajos queda establecida la estratigrafía, con la presencia de un Paleógeno formado por las margas yesíferas de Vallecas, de posible edad Eoceno superior u Oligoceno, un Mioceno inferior, constituido por los depósitos detríticos, englobando lentejones de margas blanquecinas (Peñuela), que contienen los yacimientos de vertebrados del río Manzanares (puente de la Princesa, hidroeléctrica, puente de Toledo, etc.) y al techo arenas amarillas con Testudo bolivari, lo que proporciona una edad al depósito Sarmentiense-Tortoniense. El Mioceno Superior estaría representado por las calizas lacustres con gasterópodos de edad Pontiense. El Cuaternario lo dividen en un Pleistoceno (diluvial) en el cual reconocen cuatro niveles de terrazas escalonadas y un Holoceno o Aluvial.

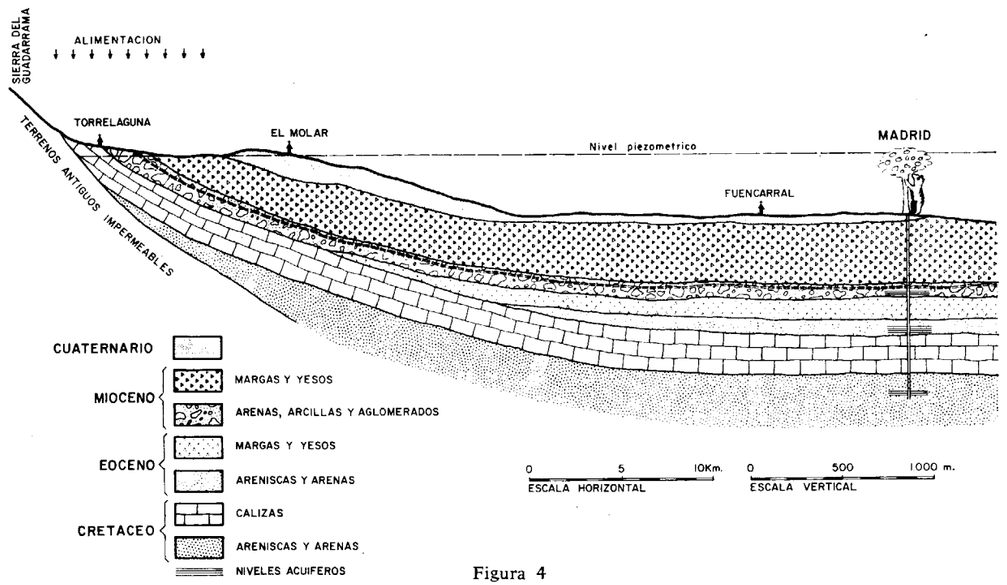


Figura 4

El acuífero de la Fosa del Tajo según las ideas de 1930. (H. Sampelayo, 1933, hoja 581 I. G. M. E.)

LAS IDEAS MODERNAS

Durante el quinquenio (1930-35) son de destacar los estudios geomorfológicos de HERNÁDEZ PACHECO, F. (1932), en los cuales reconoce tres superficies de erosión. También en este período hay que señalar la incorporación de las técnicas geofísicas al estudio de la fosa del Tajo, estableciéndose la subfosa de Madrid y determinan la morfología del basamento.

GARCÍA SIÑERIZ (1933), realiza un mapa gravimétrico con un péndulo de torsión. En dicho mapa, el autor, fija la máxima profundidad del basamento de la subfosa, bajo los montes del Pardo, a unos 1.800 metros. En la figura 5 se reproduce un perfil sísmico del mismo autor a lo largo del río Jarama.

Basándose en estos estudios geofísicos, VIDAL BOX, C. (1942), estudia el límite de la Sierra del Guadarrama y la fosa del Tajo, determinando su naturaleza de falla. ALÍA MEDINA, M. (1945) siguiendo las ideas ya expuestas por Hernández Pacheco, F. supone la pertenencia al Plioceno de ciertos niveles de las formaciones descritas en la cuenca del Tajo, reconoce su presencia y lo estudia en diversas regiones.

El quinquenio 1951-55 se caracteriza por el avance que se dio al estudio de los límites estratigráficos. Se establece con mayor claridad la serie del centro de la cuenca, distinguiéndose ya en las hojas de Getafe (582) y Arganda (583) la siguiente estratigrafía:

— Tramo inferior, constituido por yesos y margas yesíferas.

— Tramo intermedio, Arcillas margosas de color verdoso (Peñuela), margas blancas, calizas y toscas y a veces episodios de sepiolita y pedernal. Consideran el tramo de las Peñuelas abundante en fósiles.

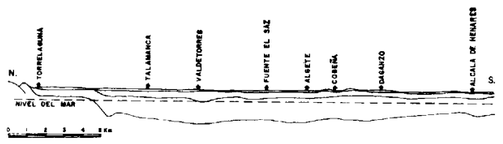


Figura 5
Perfil sísmico Fosa del Tajo. García Siñeriz (1933)

— Tramo superior, Calizas color blanco que se superponen a las margas yesíferas y a las arenas arcósicas de Madrid.

Datándose el tramo inferior y medio como Vindoboniense y el superior como Pontiense.

CRUSAFONT PAIRO, M. y VILLALTA COMELLA, S. F. (1954), en un ensayo de síntesis sobre el Mioceno de la meseta, datan estratigráficamente la base del Mioceno como:

Burdigaliense en Alcalá de Henares y Madrid.
Vindoboniense en Alaclá de Henares y Madrid.
Pontiense (s. l.) en Matillas.

Dentro del estudio de los materiales detríticos, destaca la caracterización petrográfica de los materiales sedimentarios, de Alcalá de Henares, por PÉREZ MATEOS, J. (1952). Entre los ensayos de síntesis, destaca el realizado por SOLE SABARIS (1954), que establece la evolución morfológica de la cordillera central y sus relaciones con las fosas del Tajo y Duero, que se re produce en la figura 6. En el estudio del Cuaternario, IMPERATORI (1955), reconoce fenómenos de crioturbación en las terrazas superiores del Manzanares.

A partir del quinquenio (1955-60), los trabajos se multiplican alcanzándose un mayor conocimiento en los distintos aspectos geológicos de la cuenca del Tajo. ORIOL RIBA (1956 y 57) distingue diversas litofacies (fig. 7) e introduce la nomenclatura de:

— Facies Madrid, materiales resultantes de la descomposición del granito y gneis de la Sierra: arenas feldespáticas (arcosas) con cantos o bloques de gneis y granito alterado, cementados por arcillas amarillentas.

— Facies Guadalajara, resultante de la descomposición de los esquistos y cuarcitas paleozoicas, formada por arcillas rojas con cantos de cuarcita (dominantes), esquistos y otras rocas filonianas.

— Facies Toledo, materiales provenientes del Paleozoico, granitos y gneis; son arenas feldespáticas con matriz arcillosa de color rojo y beige claro, acompañadas de cantos de cuarzo, granito, gneis alterado, pegmatitas, aplitas y esquistos metamórficos.

— Facies Alcarria, proveniente de la erosión del Mesozoico de la Cordillera Ibérica. Se distingue por las margas rojizas y arenas cuarcíferas con cantos de cuarcita y cuarzo.

La identificación mineralógica de estos materiales las realiza BENAYAS, S. y PÉREZ MATEOS (1958).

Entre la facies central de las evaporitas y la facies de Madrid, también describe Oriol Riba la facies de transición o facies Blanca como un paso lateral entre ambas facies. Por último, en el borde de la cuenca, describe las facies de Torrelaguna y Cogolludo, formadas por margas rojizas con intercalaciones de arenas y bloques de granito y gneis que se enriquecen progresivamente hacia el Este en yesos. Riba, O. no sólo identifica las facies anteriormente citadas, sino que también estudia la morfología de esta región, reconociendo las superficies de erosión de los Páramos, Paracuellos y Madrid y las terrazas y blacis de erosión del valle del Jarama medio y bajo Manzanares.

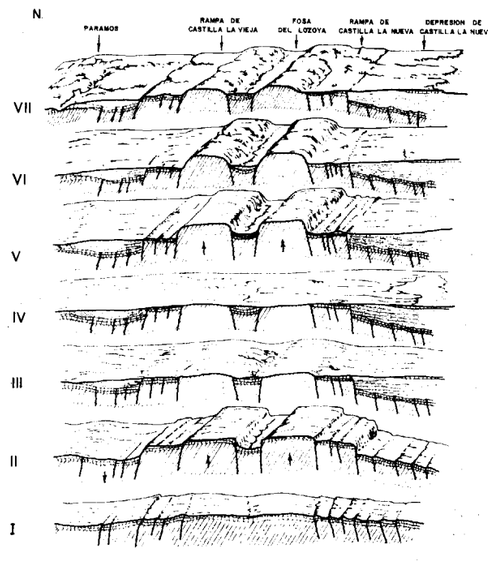


Fig. 6.- EVOLUCION MORFOLOGICA DE LA CORDILLERA CENTRAL SEGUN: SOLE SABARIS (1954)

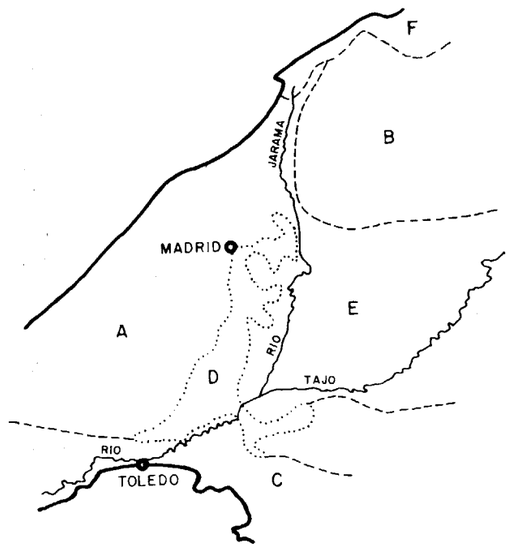


Figura 7
Litofacies de la Fosa del Tajo. Riba, O., 1956

Otros trabajos que resaltan por su aportación son los de HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1958), sobre los depósitos de bloques tipo raña, y la determinación de la edad de las arenas y bloques de Torrelodones entre el Plioceno y Pleistoceno por ASENSIO AMOR (1960).

Un trabajo que consideramos básico y piedra angular para el conocimiento de la historia geodinámica de la cuenca del Tajo, es el realizado por ALÍA MEDINA, M. (1960) en el cual pone de manifiesto el reflejo que tiene en la cobertera la tectónica del zócalo de la fosa del Tajo, línea de investigación que continuará con sus discípulos hasta la actualidad, que se refieja en el gran número de publicaciones de los períodos siguientes.

Durante el quinquenio 1961-65 se sigue la misma línea que en el anterior, con aportación de gran número de datos locales.

Desde el 1915 hasta 1960 la actividad en el campo de la hidrogeología está muy amortiguada, lo que se refleja en el reducido número de publicaciones, expuesto en la figura 2.

En el quinquenio 1961-65 se inicia el estudio sobre la hidroquímica, calidad y contaminación de diversos ríos de la zona, por CATALÁN LAFUENTE, J. (1963-65), y se continuará con la creación de la Sección de Contaminación y Depuración de las Aguas, dependiente del Patronato Juan de la Cierva, del C. S. I. C. También a finales de este período como consecuencia de una "crisis" en el abastecimiento de agua a Madrid, se inicia un gran número de trabajos, englobados en el Plan de urgencia para el alumbramiento de aguas subterráneas, en la Cuenca de Madrid, sobre cuyos resultados apenas hay publicaciones.

En el período 1966-70 se continúa la misma línea de investigación sobre polución y geoquímica de las aguas subterráneas. La "Guía geológica-hidrogeológica y minera de la provincia de Madrid" por PÉREZ REGODÓN, J. (1970), presenta un gran número de datos sobre pozos así como sobre la geología de la provincia. Es de destacar también en este período la labor realizada por don Noel Llopis, con la creación del Departamento de Geología Económica, adscrito al C. S. I. C. y el curso de Posgraduado que lleva su nombre.

Por último en el quinquenio 1971-75 se produce una gran explosión en el número de trabajos realizados y de publicaciones, siendo casi igual al total de los trabajos realizados en los ciento veinticinco años anteriores.

Varias son las causas de este "boom" de trabajos y publicaciones sobre esta zona. Aparte de la labor realizada por las entidades creadas en el período anterior, los trabajos realizados por organismos públicos, a demanda del desarrollo económico de la zona, entre los que caben de destacar, el inventario realizado por el I. G. M. E., los estudios locales y de recopilación regional realizados por el S. G. O. P. y los trabajos realizados en el Departamento de Geomorfología y Geotectónica de la Facultad de Ciencias Geológicas y la Sección de Investigación de Recursos Hidráulicos (S. I. R. H.) dependiente del Instituto Lucas Mallada del C.S.I.C. (a estos dos últimos centros pertenecen diecinueve de los veintiocho trabajos recopilados de este período).

Las nuevas ideas sobre las posibilidades hidrogeológicas, de los materiales con facies detrítica son expuestas por LLAMAS y LÓPEZ VERA (1974). Apuntándose la existencia de una zonalidad en las características hidrogeológicas y adoptando el modelo de "Hubber" para el funcionamiento-alimentación, flujo y descarga del acuífero constituido por los materiales en facies detrítica. En dicho trabajo también se pone de manifiesto la importancia que para Madrid y su área metropolitana presentan estos trabajos. También destaca el interés hidrogeológico y las posibilidades de explotación de los acuíferos constituidos por las mesas calcáreas (los Páramos) del centro de la cuenca (LLAMAS y LÓPEZ CAMACHO, 1973, SÁIZ GARCÍA-CUENCA, J., 1974, LÓPEZ VERA y SÁIZ, 1975 y LÓPEZ VERA, 1975).

Volviendo al estudio de la evolución de los conocimientos geológicos de esta zona entre el período 1966-70 podemos hacer varios grupos con los trabajos publicados aquí. Por una parte los trabajos sobre temas específicos del Terciario, como los de CAPOTE, R. y CARRO, S. (1968), que determinan la existencia de una red fluvial intramiocena bajo las calizas de los páramos en el centro de la cuenca o el estudio de las arcillas del Terciario detrítico en zonas puntuales, ALONSO et al (1969) o de carácter más amplio MINGARRO MARTÍN, F. y MARFIL PÉREZ, R. (1966), ANDRÉS DE LEIVA, S. (1969), RIBA, O. (1969) y ESCARIO (1970).

Otros trabajos son regionales y de temas más amplios como la segunda edición por el I. G. M. E. de varias hojas geológicas con información actualizada o el estudio de la formación de la Sierra de Guadarrama, realizado por HERNÁNDEZ PACHECO, F. et al (1969) en el que estudiando la fauna contenida en los depósitos resultantes del desmantelamiento del Sistema Central, determina la edad del comienzo de la elevación de este macizo a finales del Vindoboniense.

Persiguiendo el conocimiento de la tectónica del basamento, miembros del grupo del profesor Alía, comienzan el estudio por técnicas geofísicas del basamento (CADAVID, S. y HERNÁNDEZ, M. E. (1967).

En el estudio de los depósitos del Cuaternario, se estudia la compleja historia de estos depósitos, destacando los estudios de VAUDOUR, S. (1969) y PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1969).

En el último quinquenio considerado 1971-75, al igual que ocurría con el estudio de la hidrogeología, se produce una gran expansión aunque no tan espectacular como aquella. Las directrices e ideas que se desarrollan son prácticamente las mismas que en el período anterior, aunque con muchísimos más datos.

Cabe destacar los trabajos de MARTÍN ESCORZA y HERNÁNDEZ ENRILEZ (1972), MARTÍN ESCORZA et al (1973) y MARTÍN ESCORZA (1974), que reconocen en el extremo más suroccidental de la cuenca, varias unidades estratigráficas, dentro de los materiales con facies detrítica, unidades comparables al rango de Formaciones y Grupos. En la zona nororiental y central de la orla de materiales detríticos también hemos reconocido (LÓPEZ VERA, 1975), diversas unidades cartografiables y seguibles en el subsuelo mediante sondeos, con características litológicas e hidrogeológicas propias. En este último trabajo se aportan criterios y gran número de datos para el estudio de la geología subsuperficial. También se establece la génesis de estos materiales, como depósitos de abanicos aluviales —ideas apuntadas con anterioridad por otros autores— responsable de la zonalidad en cuanto a las propiedades hidrogeológicas existentes (fig. 8).

ESTADO ACTUAL DE LOS CONOCIMIENTOS

En las líneas anteriores hemos expuesto la evolución de las ideas sobre la geología e hidrogeología de esta región durante más de un siglo. En la actualidad, partiendo de la subdivisión en facies litológicas de RIBA, O. (1957), se han reconocido diversas unidades litológicas, denominadas más o menos formalmente "Formaciones", por presentar ese rango, incluir unidades menores "miembros" y poderse incluir en otros mayores "grupos", MARTÍN ESCORZA y HERNÁNDEZ ENRILEZ (1972); MARTÍN ESCORZA et al (1973) MARTÍN ESCORZA (1974), citados anteriormente. El análisis de numerosos sondeos y observaciones de campo, junto con su cartografía, realizados durante la investigación hidrogeológica de esta región, ha proporcionado bases sólidas para el establecimiento de una litoestratigrafía detallada LÓPEZ VERA (1975), REBOLLO y VILLARROYA (1976), VILLARROYA y REBOLLO (1976). Las numerosas formaciones reconocidas —cerca de la veintena— con características litológicas, genéticas e hidrogeológicas propias, requieren aún una uniformidad en cuanto a la nomenclatura de uso y un análisis geocronológico detenido. Sin embargo, la aportación del conocimiento de esta geología subsuperficial en esta región puede considerarse como un gran avance.

En cuanto a la sedimentación de estos materiales, con facies química, han sido estudiados por BUSTILLO REVUELTA (1976) y RIBA, O. (1969). Los materiales con facies detrítica, por MINGARRO MARTÍN, F. et al (1966) y ASENSIO AMOR, I. (1960 y 1965), que pusieron en evidencia sus características petrográficas y genéticas. Y de una forma general, basándose en estructuras sedimentarias, por LÓPEZ VERA (1975).

En el orden del conocimiento de la historia geomorfológica de esta región, a partir de las bases establecidas por SCHWENZNER, RIBA (1957), etc., los

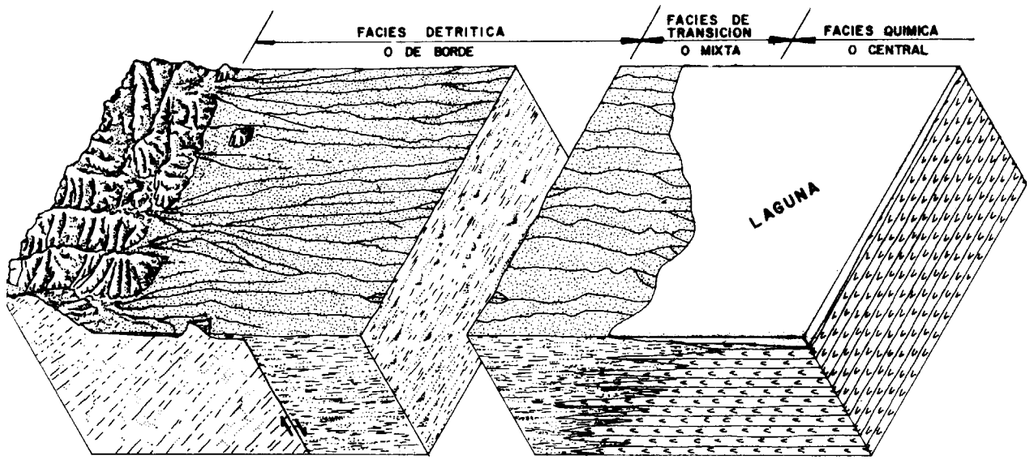


Figura 8

Modelo del ambiente de sedimentación en la Fosa del Tajo durante el Mioceno. (López Vera, 1975)

trabajos actuales parecen centrarse en el estudio de la evolución de la red fluvial actual: PEDRAZA (1975), LÓPEZ VERA y PEDRAZA (1976), ASENSIO AMOR y GONZÁLEZ MARTÍN (1974 y 1976), ASENSIO AMOR y VAUDOUR (1967), VAUDOUR (1975), PÉREZ GONZÁLEZ (1971, PÉREZ GONZÁLEZ y ASENSIO AMOR (1973), etc.

No obstante se echa en falta la inexistencia de un estudio continuo y sistemático de la geomorfología de esta región.

En cuanto al estudio de la actividad tectónica, aparece prácticamente desde el año 1960, una serie de trabajos que se publican regularmente: ALÍA MEDINA (1960), ALÍA MEDINA et al (1973), MARTÍN ESCORZA et al (1972-73) y MARTÍN ESCORZA (1974 y 1976).

Todos estos trabajos orientados a probar el significado de las líneas estructurales del basamento en los procesos sedimentarios de esta Depresión.

En cuanto a las deformaciones señaladas por ROYO GÓMEZ (1923), actualmente se justifican por la acción local de masas yesíferas subyacentes, localizándose estos procesos principalmente en el "Canal Estructural del Tajuña" (MARTÍN ESCORZA, 1976 página 520).

Por último, en el campo de la hidrogeología, como consecuencia lógica de la intensidad con que se ha trabajado en los cuatro últimos años, como se pone de manifiesto en la figura 2, los avances han sido considerables. El conocimiento de la geometría de los acuíferos formados por los materiales detríticos, ha producido como consecuencia lógica el establecimiento de una litoestratigrafía más detallada, como se ha puesto de manifiesto al comienzo de este epígrafe. La zonalidad de las propiedades hidrogeológicas (permeabilidad y porosidad) de estos acuíferos, ha impulsado el estudio del medio sedimentario (LÓPEZ VERA, 1975) verificado como variación de los caudales específicos en diversas ocasiones por LLAMAS y LÓPEZ VERA (1974), VILLARROYA y REBOLLO (1976) y REBOLLO y VILLARROYA (1976).

En el estudio del funcionamiento hidráulico, en la actualidad se ha admitido plenamente el modelo de HUBBER (fig. 9) para explicar el origen, flujo y

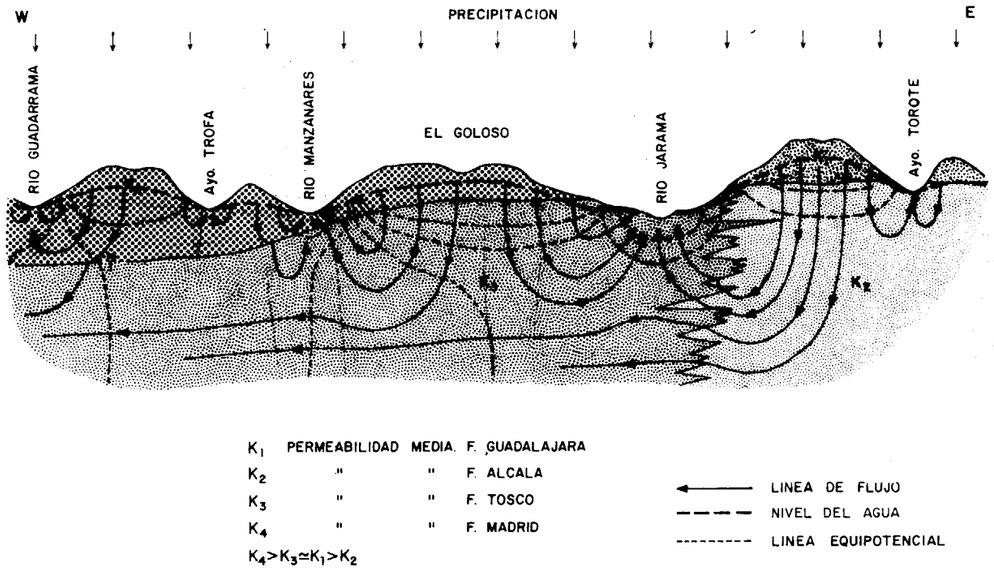


Figura 9

Modelo de flujo subterráneo en la Fosa del Tajo (López Vera, 1975)

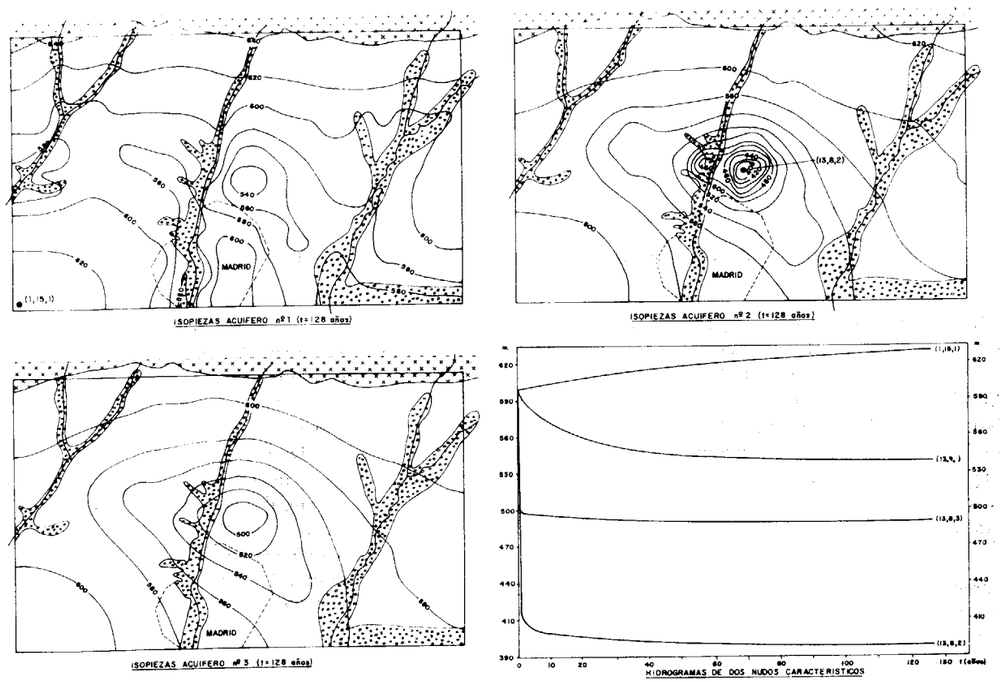


Figura 10

Isopiezas e hidrogramas obtenidos mediante un modelo digital multicapa. Llamas (1975).

descarga del agua subterránea. Así como los fenómenos de artenianismo en los fondos de valle.

También se ha abordado el estudio hidroquímico de la calidad y contaminación del agua subterránea (LLAMAS y LÓPEZ VERA (1974), LÓPEZ VERA (1975), LÓPEZ VERA y HERRÁEZ (1976) y SASTRE (1976)). Los trabajos actualmente en curso, se centran sobre las características químicas e isotópicas de las aguas subterráneas. Así como sobre los mecanismos de polución de pozos tales como vertederos de basuras, industriales, corrientes fluviales contaminadas, etcétera.

Otro campo que también es objeto de investigación en la actualidad, es la realización de un modelo digital del flujo y de la explotación de estos acuíferos (fig. 10) (LLAMAS, 1975, CRUCES DE ABÍA y LLAMAS, 1975-76).

En cuanto a los acuíferos constituidos por las calizas de las mesas calcáreas de los "páramos", los últimos trabajos se centran principalmente en el estudio de sus recursos (LLAMAS y LÓPEZ-CAMACHO, 1973; LÓPEZ VERA y SÁIZ, 1976) y en el de su geometría y funcionamiento (LÓPEZ VERA, 1975-1976).

AGRADECIMIENTOS.

Queremos expresar nuestra gratitud al Prof. Alastrué por los datos que nos ha proporcionado.

BIBLIOGRAFIA

ADÁN DE YARZA, R.: *Estudios Hidrogeológicos: Provincia de Madrid: zona entre Madrid, San Martín de Valdeiglesias y el ferrocarril de Madrid a Alicante.* "Bol. Com. Map. Geológico de España", t. XXVIII, páginas 297-320, Madrid (1906).

ALÍA MEDINA, M.: *Plioceno en la comarca toledana y el origen de la región de la Sagra.* "Estudios Geográficos", año VI, n. 19, Madrid (1945).

— *Sobre la tectónica profunda de la fosa del Tajo,* Not. y Com. del IGME, n. 58, pp. 125-162 (1960).

ALÍA MEDINA, M.; PORTERO, J. M., y MARTÍN ESCORZA, C.: *Evolución geotectónica de la región de Ocaña (Toledo) durante el Neógeno y Cuaternario,* "Bol. Real Soc. Esp. Historia Natural", t. 71, n. 12 (1973).

ALONSO, S.; GALVÁN, J. y CASTELLÓ, R.: *Arcillas de un perfil del Arroyo Abroñigal (Madrid),* "Bol. R. Soc. Hist. Nat", t. 67, n. 3, pp. 239-244 (1969).

ALVAREZ ARAVACA, M.: *Estudio hidrogeilógico provincia de Guadalajara, Cuenca del Tajo: zona sudoccidental que incluye las formaciones geológicas, diluvial, alivial y terciario,* "Bol. Com. Map. Geol. Esp., t. XXV, p. 227 (1909).

ALVAREZ ARAVACA, M.: *Estudios hidrogeológicos cuenca del Tajo. Zona de este río, del Alberche y del Tiétar, en la provincia de Toledo,* "Bol. Com. Map. Geol. de España, t. X, 2.ª serie, pp. 103-127, Madrid (1909).

ARANEGUI, P.: *Las terrazas cuaternarias del Tajo, entre Aranjuez y Talavera,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. 28 (1927).

ASENSIO AMOR, I., y GONZÁLEZ MARÍN, J. A.: *Presencia de materiales detríticos ordenados ("grezes liteés") en el Valle del Tajuña (Carabaña y Villarejo de Salvanés),* "Estudios Geol.", 30, pp. 69-73 (1974).

— *Manifestaciones periglaciales en los alrededores de Cifuentes (Guadalajara),* "Estudios Geológicos", volumen 32(5), pp. 443-450 (1976).

ASENSIO AMOR, I.: *Génesis y cronología de las arenas de Torrelodones (Madrid),* "Las Ciencias", I, XXV, 75-84 (1960).

— *Formaciones sedimentarias antiguas localizadas al N de Madrid,* "Rev. Estud. Geograf", n. 99, pp. 231-243 (1965).

ASENSIO AMOR, I., y VADOUR, J.: *Depósitos cuaternarios en los Alrededores de Mejorada del Campo (Valle del río Jarama),* "Estudios Geológicos", XXIII, páginas 237-256 (1967).

BENAYAS, S.; PÉREZ MATEOS, S., y ORIOL RIBA: *Nouvelles observations sur la sedimentation continentale du bassin terciare du Tajo,* V Congress. Int. de Sedimentología, Inst. Edafolog. Agrabio, C. S. I. C. (1958).

— *Asociaciones de minerales detríticos en los sedimentos de la cuenca del Tajo,* "Anales de Edafología y agrobiología", C. S. I. C., t. XIX, n. 11, pp. 633-670 (1960).

BENTABOL y URETA, H.: *Estudios hidrogeológicos provincia de Madrid, zona entre Torrelodones-Navas del Rey,* "Bol. Com. Map. de España", n. 28, pp. 239-240 (1906).

BUSTILLO REVUELTA, M.ª A.: *Texturas de las rocas silíceas inorgánicas en ambiente continental y significado genético,* "Estudios geológicos", n. 32, pp. 371-383 (1976).

BUSTILLO REVUELTA, M.ª A.: *Estudio petrológico de las rocas silíceas miocenas de la Cuenca del Tajo,* "Estudios Geológicos", v. 32(5), pp. 451-498 (1976).

CADAVID, S., y HERNÁNDEZ, M.ª E.: *Estudio magnetométrico del basamento de la Hoja* 583, *Arganda,* "Estudios Geológicos", 23, pp. 263-274 (1967).

CALDERÓN, S.: *Sobre el origen y desaparición de los lagos terciarios en España,* "Bol. de la Institución Libre de Enseñanza", t. VIII, Madrid (1884).

— *Ensayo orogénico sobre la Meseta Central de España,* "Anal. Soc. Esp. Hist. Nat", t. XIV, Madrid (1885).

CAPOTE, R., y CARRO, S.: *Existencia de una red fluvial intramiocena en la depresión del Tajo,* "Estudios Geológicos. Inst. Lucas Mallada", v. XXIV, n. 1-2, Madrid (1968).

CARAMES, M., y AGUAYO, P.: *Nota sobre la mineralogía del sondeo de Tielmes en el Terciario de la cuenca del Tajo,* "Estudios Geológicos", v. XXIX, pp. 307-313, agosto 1973 (1973).

CATALÁN, J.: *Estudio químico, geoquímico y espectroquímico de la erosión, transporte y sedimentación de algunos afluentes del Tajo,* t. 4, Serie Sedimentológica, C. S. I. C. (1965).

CATALÁN, J., y KOHAN, O.: *Investigación de la polución en el río Manzanares,* "Rev. Agua", nov-dic. 1963 (1963).

CATALÁN, J., y ALONSO, J.: *Estudio de microscopía electrónica y química de las aguas de los ríos Jarama y sus afluentes, Guadalix, Lozoya y Manzanares,* "Doc. Inv. Hidrol.", t. 1 (1966).

CATALÁN, J., y ALONSO, J.: *Sales solubles en litofacies de la cuenca del Tajo,* "Doc. Inv. Hidrol.", t. 1 (1966).

CORTÁZAR, D.: *Explicación del corte del terreno cuaternario de la derecha del río Manzanares.* Mem. de la R. Acad. de Ciencias, t. XVII, pp. 570-573, Madrid (1897).

CRUCES DE ABIA, J., y LLAMAS, M. R.: *Estudio mediante modelos digitales de las posibilidades de explotación de los acuíferos del Terciario de Madrid.* II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, Buenos Aires (1975).

CRUCES DE ABIA, J., y LLAMAS MADURGA, M. R.: *Comportamiento hidráulico del Terciario detrítico de Madrid frente a bombeos concentrados,* II Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Memorias. Barcelona, (1976).

CRUCES DE ABIA, J., y LLAMAS, M. R.: *Evaluación de recursos hidráulicos subterráneos en la Fosa del Tajo mediante modelos digitales,* Simposio Nacional de Hidrogeología (Valencia), Grupo de Trabajo de Hidrología, A. G. E., pp. 1.312-1.332 (1976).

CRUSAFONT-PAIRO, M., y VILLALTA COMELLA, J. F.: *Ensayo de síntesis sobre el mioceno de la meseta castellana.* "R. Soc. Esp. Hist. Nat.", tomo extraordinario dedicado a D. E. Hernández Pacheco, pp. 215-227 (1954).

CRUSAFONT, M., y TRUYOLS, J.: *El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica,* Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.", n. 60, Madrid (1960).

CRUSAFONT-PAIRO, M., y GOLPE-POSSE, J. M.ª *Sobre unos yacimientos de mamíferos vindobonienses en Paracuellos de Jarama (Madrid),* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", 255-259 (1971).

ESCARRIO, V.: *Los suelos de Madrid,* Laboratorio del Transporte y Mecánica del suelo. Centro de estudios y experimentación de obras, "Public", n. 25 (1970).

EZQUERRA DEL BAYO, J.: *Indicaciones geognósticas sobre las formaciones terciarias del centro de España,* "Anal. de Min.", t. III, pp. 300-350, Madrid (1845).

FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: *Presencia del Eoceno en El Molar (Madrid),* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", vol. 3, p. 126 (1904).

— *Nota sobre el Terciario de los alrededores de Madrid,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. IV, pp. 271-281 (1903).

— *Los pozos artesianos de Madrrid,* Ed. Biblioteca de la "Revista Agrícola" (1908).

— *Notas geológicas. I. Límites entre el Terciario y el diluvium al Sur de Madrid. II. Manchones Terciarios en el diluvium. III. Inmediaciones de Quijorna,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. IX, pp. 330-336, Madrid (1909).

— *Perforaciones artesianas en el Cuaternario de Castilla la Nueva,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. IX, pp. 299-304, Madrid (1909).

— *Cuencas artesianas probables en la Península Ibérica,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat", febrero, pp. 105-122 (1914).

FERNÁNDEZ NAVARRO, L., y CARANDELL, J.: *El borde de la meseta terciaria de Alcalá de Henares,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 14, Madrid (1914).

GALLARDO, J., y VAUDOUR, J.: *Problemas morfológicos y edafológicos en la región de Alcalá de Henares,* "An. Edaf. y Agrob.", 22, pp. 63-79, Madrid (1970).

GARCÍA DEL CASTILLO, J., y RUBIO, C.: *Estudios hidrogeológicos: Provincia de Madrid. Zona entre el ferrocarril del Norte y el de Madrid a Zaragoza,* "Bol. Com. Map. Geol. Esp.", t. XXVIII, p. 321 (1906).

GARCÍA SIÑÉRIZ, J.: *La interpretación geológica de las mediciones geofísicas,* Mem. del Inst. Geol. y Min. de Esp., pp. 407-442 (1933).

GARCÍA YAGÜE, A.: *Tres ejemplos para meditar sobre la geología aplicada a la Ingeniería,* "Rev. Obras Públicas", octubre, pp. 744-746 (1968).

— *La Geología de Madrid,* "Rev. Obras Públicas", diciembre 1973, pp. 1.043-1.055 (1973).

GAVALA, J.: *El sondeo de Tielmes. Espesor del Terciario lacustres de la cuenca del Tajo,* "Re. A. Ciencias", t. LIX, Madrid (1965).

GIL CLEMENTE, J.: *Informe de remisión de los proyectos de reforma, reparación y saneamiento de los viajes antiguos de aguas de la villa,* Imprenta Municipal, 1911, Madrid (1911).

GIMÉNEZ DELGADO, J.: *Aguas artesianas subterráneas y corrientes de la provincia de Madrid,* Ed. Carlos Bailly-Balliere, Madrid, 147 pp., 2 hoy (1865).

GUAD y FONTES, A.: *Cuadro sinóptico o guía del investigador de aguas subterráneas ordinarias y artesianas en Madrid y sus cercanías,* Edit. desconocida. Biblioteca del IGME (1865).

FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M. E.: *Estudio magnético del basamento de la región NE de la depresión tectónica del Tajo,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. 70, n. 12, pp. 77-89 (1972).

— *Estudio magnético del basamento en el extremo occidental de la depresión tectónica del Tajo,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol)", 72, pp. 99-108. Madrid (1974).

HERNÁNDEZ PACHECO, E.: *Régimen geográfico y climatológico de la meseta castellana durante el Mioceno,* "Rev. Acad. Cienc. Exact. Físic. y Nat.", Madrid (1914).

HERNÁNDEZ PACHECO, E., y POYO, S.: *Mineralogía, Geología y Prehistoria del Cerro de los Angeles (Madrid),* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. VXI, pp. 533-539 (1916).

HERNÁNDEZ PACHECO, F.: *Geología de la cuenca del Tajuña,* Mem. Asoc. Esp. Progr. Ciencias. Cong. de Salamanca (1924).

HERNÁNDEZ PACHECO, E.: *Aranjuez y el territorio al sur de Madrid,* XIV Cong. Internac. de Geología Guía de la txcursión B-3, Madrid (1926).

HERNÁNDEZ PACHECO, F.: *Un nuevo yacimiento de vertebrados fósiles del Mioceno de Madrid,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat", t. XXVI, 1926, pp. 392-395 (1926).

HERNÁNDEZ PACHECO, F., y ARANEGUI, P.: *Nuevos datos sobre las terrazas cuaternarias de los ríos Jarama y Henares,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", v. 29, pp. 403-404 (1927).

— *Las terrazas cuaternarias en las inmediaciones de San Fernando de Jarama y de Torrelaguna,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", v. 27, pp. 310-316 (1927).

HERNÁNDEZ PACHECO, F., y ASENSIO AMOR, I.: *Materiales arenosos de los alrededores de Madrid,* "Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.", v. 62, pp. 145-162 (1964).

HERNÁNDEZ PACHECO, F.: *Restos de mamíferos miocenos en Leganés (Madrid),* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", tomo 28, p. 419, Madrid (1928).

HERNÁNDEZ PACHECO, E.: *Los cinco ríos principales de España y sus terrazas,* Trab. Mus. Cienc. Nat. Serie Geol., n. 36, Madrid (1928).

HERNÁNDEZ PACHECO, F.: *Modificación de la red fluvial en España. Fenómenos de captura durante el Plioceno, al N de la provincia de Madrid,* "Bol. R. Soc. Geog. Nac", v. 70, pp. 213-214 (1930).

— *Tres ciclos de erosión geológica en las sierras orientales de la Cordillera Central,* "Bol. R. S. Esp. Hist. Nat.", v. 32, pp. 455-460 (1932).

HERNÁNDEZ PACHECO, F.; ALBERDI ALONSO, M, T. y AGUIRRE ENRÍQUEZ, E.: *Proceso formativo y época de la Sierra de Guadarrama,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Natural", t. 67, n. 3 (1969).

IGME, Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000:

— Hoja 559. Madrid (1928).
— Hoja 560. Alcalá de Henares (1.ª edic.) (1928).
— Hoja 535. Algete (1929).
— Hoja 581. Navalcarnero (1934).
— Hoja 580. Méntrida (1935).
— Hoja 558. Villaviciosa de Odón (1941).
— Hoja 627. Talavera de la Reina (1942).
Hoja 626. Calora y Chozas (1944).
— Hoja 629. Toledo (1944).
— Hoja 536. Guadalajara (1945).
— Hoja 537. Auñón (1945).
— Hoja 603. Escalona (1945).
— Hoja 604. Villaluenga (1945).
— Hoja 628. Torrijos (1945).
— Hoja 606. Chinchón (1946).
— Hoja 605. Aranjuez (1947).
— Hoja 584. Mondéjar (1949).
— Hoja 630. Yepes (1949).
— Hoja 561. Pastrana (1950).
— Hoja 562. Sacedón (1950).
— Hoja 631. Ocaña. (1952).
— Hoja 602. Navamorcuende (1952).
— Hoja 485. Valdepeñas de la Sierra (1958).
— Hoja 487. Ledanca (1958).
— Hoja 533. San Lorenzo de El Escorial (1958).

— Hoja 509. Torrelaguna (1959).

— Hoja 486. Jadraque (1960).

— Hoja 560. Alcalá de Henares (2.ª edic.) (1968).

— Hoja 510. Marchamalo (1973).

— Hoja 582. Getafe (2.ª edic.) (1975).

— Hoja 583. Arganda (2. edic.) (1975).

IGME, Mapa Geológico de España, a escala 1:200.000:

— Hoja 45. Madrid (1971).

— Hoja 52. Talavera de la Reina (1971).

— Hoja 38. Segovia (1972).

— Hoja 39. Sigüenza (1972).

— Hoja 44. Avila (1972).

— Hoja 46. Cuenca-Guadalajara (1972).

— Hoja 53. Toledo (1972).

JANINI JANINI, R.: *Riegos con aguas artesianas. Noticias generales respecto a los pozos artesianos y a los alrededores de terrenos de la Casa Real y Patrimonio de El Pardo,* Intendencia General de la Casa Real y Patrimonio, pp. 5-90, Valencia (1913).

KINDELAN, J. A.: *Notas sobre la potencialidad hidrológica subterránea de las cuencas del Tajo y Guadiana en Castilla la Nueva,* Notas y Com. IGME, n. 20, Madrid (1953).

— *Nota sobre el límite inferior del Pontiense en Castilla la Nueva,* Notas y Com. IGME, n. 31, Madrid (1953).

LÓPEZ-CAMACHO, B.: *Análisis económico de las posibilidades de las aguas subterráneas de las proximidades de Madrid,* "Rev. de Obras Públicas4, octubre 1974, pp. 705-716 (1974).

LÓPEZ VERA, F.: *Evaluación de los recursos hídricos de las terrazas medias del río Henares.* Trabajos sobre Neógeno-Cuaternacio. Acta de la I reunión nacional del grupo de trabajo del Cuaternario, Madrid, 8-11 octubre 1973, C. S. I. C., I. L. M. (1973).

LÓPEZ VERA, F., y PEDRAZA, J.: *Síntesis Geomorfológica de la cuenca del río Jarama en los alrededores de Madrid,* "Estudios Geológicos", n. 5, octubre 1976 (1975).

LÓPEZ VERA, F., y SAINZ GARCÍA-CUENCA, J.: *Evaluación de recursos hídricos subterráneos en regiones kársticas semiáridas.* Congreso de Palermo, I. A. H., 1975 (1975).

LÓPEZ VERA, F., y SAIZ GARCÍA-CUENCA, J.: *Capacidad de regulación del Terciario y Cuaternario sobre los caudales del río Jarama, en los alrededores de Madrid,* "Bol. del IGME", t. LXXXVIII-II.

LÓPEZ VERA, F.: *Hidrogeología regional de la cuenca del río Jarama, en los alrededores de Madrid,* "Memorias del IGME", n. 91 (1975) (publicado 1977).

— *La utilización de Cartografía Geomorfológica en el aprovechamiento de los recursos de aguas subterráneas en regiones karstificadas (los Páramos de La Alcarria, Madrid y Guadalajara),* II Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Memorias, Barcelona (1976).

LÓPEZ VERA, F., y LLAMAS MADURGA, M. R.: *Tecnología de construcción de pozos de agua en el Terciario detrítico de Madrid,* Simposio Nacional sobre Rocas Blandas. Memoria, tomo 2, Madrid (1976).

LÓPEZ VERA, F., y HERRÁEZ SÁNCHEZ DE LAS MATAS, I.: *Impacto de contaminación producida por los vertidos de residuos sólidos urbanos sobre las aguas subterráneas de los alrededores de Madrid,* Simposio Nacional de Hidrogeología, Valencia, pp. 1.046-1.063, Public. Grupo de Trabajo de Hidrogeología (A. G. E.) (1976).

LLAMAS, M. R.: *La utilización de aguas subterráneas en Madrid. De los "Mayrat" musulmanes a los modelos digitales,* "Estudios Geológicos", C. S. I. C., I. L. M., v. 32, pp. 121-139 (1975).

LLAMAS MADURGA, M. R., y LÓPEF-CAMACHO, B.: *Las "calizas de los páramos" como embalses: ejemplos de la mesa de Ocaña (Toledo),* "Documentos de investigación hidrogeológica", n. 16, 1974, pp. 29-51 (1973).

LLAMAS MADURGA, M. R., y LÓPEZ VERA, F.: *Estudio sobre los recursos hidráulicos subterráneos del área metropolitana de Madrid y su zona de influencia. Avance de las características hidrogeológicas del Terciario detrítico de la cuenca del Jarama,* "Rev. Agua", mayo 1975 (1974).

MALLADA, L.: *Aguas y pozos de los Barrios Bajos de Madrid,* "Bol. Com. Map. Geológ. de España", t. XXVIII, pp. 321-328 (1906).

MALLADA, L., y DUPUY DE LOME: *Reseña geológica de la provincia de Toledo,* "Bol. IGME", t. 33 (1913).

MARTÍN ESCORZA, C., y HERNÁNDEZ ENRÍLEZ, L.: *Contribucición al conocimiento de la geología del Terciario occidental de la Fosa del Tajo,* "Bol. R. Sos. Esp. Hist. Nat. Geol.", 70, pp. 171-190 (1972).

MARTÍN ESCORZA, C.; CARBO GOROSÁBEL, A., y GONZÁLEZ UBANELL, A.: *Contribución al conocimiento geológico del Terciario aflorante al N de Toledo,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Geol.", 71, pp. 167-182 (1973).

MARTÍN ESCORZA, C.: *Sobre la existencia de materiales paleógenos en los depósitos de la Fosa del Tajo en los alrededores de Talavera de la Reina-Escalona (provincia de Toeludo)* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Geol.", 72, pp. 141-160 (1974).

— *An annular structural complex north of Madrid detected by landsat images,* "NASA project, núm. 28750. Third Quaterly Report. Sept. 1976. Inst. Geográfico y Catastral". Madrid (1976).

— *Actividad tectónica durante el Mioceno de las fracturas del basamento de la Fosa del Tajo,* "Estudios Geológicos", 32, vol. 5, octubre (1976).

MARTÍNEZ ALFARO, P. E. y SÁIZ GARCÍA-CUENCA, J.: *Relaciones aguas superficiales-aguas subterráneas en la cuenca del río Manzanares.* Simposio Nacional de Hidrogeología. Valencia, pp. 181-203. Public. Grupo de Trabajo de Hidrogeología (A. G. E.) (1976).

MARTÍNEZ GIL, M. J. *Notas sobre la historia de la hidrogeología española* (II), "Rev. Agua", núm. 68, septiembre-octubre 1971 (1971).

MINGARRO MARTÍN, F. y MARFIL PÉREZ, R.: *Estudio de los sedimentos detríticos del S. E. de Guadarrama (Madrid).* Notas y Com. Inst. Geol. y Minero de España, núm. 81, pp. 21-52 (1966).

M. O. P.: *Estudio previo de terrenos. Autopista de Madrid-Zaragoza. Tramo: Madrid-Guadalajara.* Dirección General de Carreteras. División de Materiales (1971).

— *Estudios previos de terrenos. Autopista Madrid-Córdoba. Tramo: Getafe-Toledo.* Dirección General de Carreteras. División de Materiales (1971).

— *Estudio previo de terreno. Autopista Madrid-Valencia. Tramo: Arganda.* Dirección General de Carreteras. División de Materiales (1971).

— *Autopista Madrid-Burgos. Tramo: Madrid-Torrelaguna* Dirección General de Carreteras. División de Materiales (1971).

NODAL, RAMOS, T. y AGUEDA VILLAR, S. A.: *Características de la sedimentación cretácico-terciaria en el borde septentrional de la cuenca del Tajo,* "Estudios Geolóllgicos", núm. 32, pp. 115-120 (1976).

OBERMAIER, H., WERNERT, P. y PÉREZ DE BARRADAS, S.: *El Cuaternario de las canteras de Vallecas (Madrid),* "Bol. Inst. Geol. Esp.", t. XLII, pp. 305-322. Madrid (1921).

OCTAVIO DE TOLEDO y UBIETO, F.: *Hidrogeología de la zona de Parla (Madrid).* Simposio Nacional de Hidrogeología. Valencia, pp. 254-273. Public. Grupo de Trabajo de Hidrogeología (A. G. E.) (1976).

PEDRAZA GILSANZ, J.: *Algunos procesos morfogenéticos recientes en el valle del río Alberche. Sistema Central Español. La depresión Aldea del Fresno-Almorox,* "Bol. Geol. y Minero", t. LXXXVII, pp. 1-12 (1976).

PELÁEZ PRUNEDA, S. R., PÉREZ GONZÁLEZ, A., VILAS MINONDO, L. y AGUEDA VILLAR, J. A.: *Características hidrogeológicas del río Jarama.* I Cong. Hispano-Luso-Americano de Geol. económica. Sección de Hidrogeología. E. 3-50, pp. 513-526, sec. 3, t. II. Madrid. I. C. H. L. A. G. E. (1971).

PÉREZ DE BARRADAS, J. y WERNERT, P.: *Excursión geológica por el valle inferior del Manzanares,* "Bol. Soc. Iber. Ciencias Nat.", t. III, pp. 138-158. Zaragoza (1921).

PÉREZ DE BARRADAS, J.: *Las terrazas cuaternarias del valle del Manzanares,* "Ibérica", t. XX (486). Tortosa (1923).

— *Algunos datos para el estudio de la climatología cuaternaria del valle del Tajo,* "Bol. Soc. Iber. Ciencias Nat.", Zaragoza (1923).

— *Excursiones por el Cuaternario del valle del Jarama,* "Ibérica", t. XXII. Tortosa (1924).

— *Estudios sobre el terreno cuaternario del valle del Manzanares.* Public. del Ayuntamiento de Madrid (1926.)

PÉREZ GONZÁLEZ, A.: *Estudios de los procesos de hundimiento en el valle del río Jarama y sus terrazas* (nota preliminar). "Estudios Geológicos", t. XXVII, pp. 317-324 (1971).

— *Terciario y Cuaternario en la Meseta de Castilla la Nueva.* International Field Institute España. American Geological Institute (1971).

PÉREZ GONZÁLEZ, A. y BERTOLI PÉREZ, M.: *Ensayo de bibliografía hidrogeológica de la depresión de Castilla la Nueva.* Seminarios de Estratigrafía. 7, pp. 43-60 (1971).

PÉRSZ GONZÁLEZ, A., y ASENSIO AMOR, I.: *Rasgos sedimentarios y geomorfológicos del sistema de terrazas del ría Henares en la zona de Alcalá de Henares-Azuqueca,* "Bol. Geol y Min.", t. LXXXIV-I, pp. 15-22 (1973).

PÉREZ MATEOS, J.: *Estudio mineralógico de los materiales sedimentarios de Alcalá de Henares.* "Anal. Edaf. y Agrob.", t. XI, n. 2, pp. 151-157 (1950).

PÉREZ MATEOS, J. y VAUDOUR, J.: *Estudio mineralógico y geomorfológico de las regiones arenosas al Sur de Madrid,* "Estudios Geológicos", t. V. XXVIII, pp. 201-208 (1972).

PÉREZ REGODÓN, J.: *Guía geológica, hidrogeológica y minera de la provincia de Madrid.* Memoria del Inst. Geol. y Minero de España, t. LXXVI, ed. IGME (1970).

PRADO, C. DE: *Mapa geológico en bosquejo de la provincia de Madrid* (1852).

— *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid.* Junta general de Estadística. Madrid (1864).

— *Fuentes de la provincia de Madrid,* "Bol. Comp. Map. Geol. de España", t. XXVIII, pp. 260-264. Madrid (1906).

PULIDO CARRILLO, J. L.: *El acuífero vindoboniense en el E. de Alcalá de Henares.* I Cong. Hispano-Luso-Americano de Geol. Económica. Sección Hidroogeológica (1971).

QUIROGA, E.: *Excursiones geológicas en los alrededores de Madrid,* "Bol. de la Inst. libre de Enseñanza", t. IX, pp. 248-250 y 263-265. Madrid (1886).

— *Excursión al cerro de Almodovar y San Fernando,*

"Bol. de la Inst. libre de Enseñanza" (28 II), núm. 241, pp. 59-60. Madrid (1887).

REBOLLO FERREIRO, L. F. y VILLARROYA GIL, F. I.: *Capacidades específicas del Terciario detrítico del río Guadarrama.* Simposio Nacional de Hidrogeología (Valencia), pp. 788-812. Public. Grupo de Trabajo de Hidrogeología (A. G. E.) (1976).

RIBA, O.: *Ensayo sobre la distribución de las litofacies del Terciario continental de la cuenca del Tajo al Oeste de la Sierra de Altomira.* Comisión de la primera reunión del Terciario, Sabadell (1956).

— *Terrasses du Manzanares et du Jarama aux environs de Madrid.* Livret Guide de L'Excursión C 2. V Congres International I. N. Q. U. A. Madrid (1957).

— *Estudio sedimentológico de calizas. Páramo del Terciario de la cubeta del Tajo,* "Bol. Inst. Geol. y Minero de España", t. LXXX, fac. VI, 1969 (1969).

ROQUERO, C. y GASCÓ, J. M.ª: *La calidad de las aguas de la cuenca media del Tajo,* "Rev. Provincia", Excma. Dip. Prov. de Toledo, núm. 94, mayo (1976).

ROYO GÓMEZ, J.: *Datos para la geología de la submeseta del Tajo,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. XVII y XVIII, p. 2 (1917).

— *Nuevos datos para la geología de la submeseta del Tajo,* "B. R. S. Esp. Hist. Nat.", t. XVIII, núm. 5, páginas 255-258 (1918).

— *El mioceno continental ibérico y su fauna malacológica.* Mem. Com. Invest. Paleont. y Prehist, núm. 30. Junta para la ampliación de estudios. Madrid (1922).

— *Tectónica del Terciario continental ibérico,* "Bol. Inst. Geol. España", t. XLVIII (1926) (a).

— *Edad de las formaciones yesíferas del Terciario ibérico,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. XXVI, pp. 259-279 (1926) (b).

— *Sobre el llamado Cuaternario de la Meseta Central,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. XXVIII, pp. 258-259 (1928).

— *Datos para la geología de El Pardo,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. XXIX, p. 334 (1929).

RUBIO, C., VILLATE, E. y KINDELAN, A.: *Estudios hidrogeológicos. Provincia de Toledo. Zona del Alberche y Guadarrama en la Cuenca del Tajo,* "Bol. Com. Map. Geol. de España, 2.ª serie, t. IX. Madrid (1908).

SAHUQUILLO HERRAIZ, A. y LÓPEZ-CAMACHO, B.: *Estudios hidrogeológicos realizados por el Servicio Geológico de Obras Públicas en la Cuenca del Tajo en el período* 1970-76. Simposio Nacional de Hidrogeología (Valencia), pp. 1425-1440. Public. Grupo de Trabajo de Hidrogeología (A. G. E.) (1976).

SÁNCHEZ LOZANO, A. y ALVAREZ ARAVACA, M.: *Estudios hidrogeológicos; provincia de Madrid: zona entre los ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y de Madrid a Cáceres y Portugal,* "Bol. Com. Map. Geol. Esp.", tomo XXVIII, pp. 265-295. Madrid (1906).

SAN JOSÉ LANCHA, M. A.: *Síntesis hidrogeológica de la Cuenca del Tajo.* I. C. H. L. A. G. E. E-3-64, pp. 659-677, t. II. Sec. III. Madrid-Lisboa (1971).

SASTRE MERLIN, A.: *Características hidrogeológicas de los materiales detríticos de edad Terciaria y Cuaternaria de los alrededores de Talavera de la Reina (Toledo).* Simposio Nacional de Hidrogeología (Valencia), pp. 376-397. Public. Grupo de Trabajo de Hidroogeología (A. G. E.) (1976).

— *Sobre la existencia de aguas salobres en los materiales detríticos terciarios y cuaternarios de los alrededores de Talavera de la Reina (Toledo).* Simposio Nacional de Hidrogeología (Valencia), pp. 436-452. Public. Grupo de Trabajo de Hidrogeología (A. G. E.) (1976).

SÁIZ GARCÍA-CUENCA, J.: *Capacidad de regulación de las calizas de los páramos, sobre los caudales del río Tajuña I y II.* Cimbra. Revista de Ingeniería técnica de obras públicas, núm. 106 y 107, abril y mayo 1974 (1974).

SÁIZ GARCÍA-CUENCA, J. y REBOLLO FERREIRO, L.: *Aportaciones subterráneas del Terciario detrítico de la Cuenca del río Guadarrama,* "Tecniterrae", núm. 8, noviembre 1975, pp. 50-59 (1975).

S. G. O. P. y C. A. T.: *Estudio de las relaciones entre las aguas superficiales y subterráneas de la zona comprendida entre las Cuencas de los ríos Guadarrama y Henares.* M. O. P., diciembre 1973, cuatro tomos (1973).

SOLÉ SABARIS, L.: *Geografía de España y Portugal.* España. Geografía Física. t. I. Solé Sabaris. Ed. Montaner y Simón, S. A. Barcelona (1954).

— *Sobre el concepto de Meseta Española y su descubrimiento.* Volumen de homenaje a don Armando-Melón. Zaragoza, pp. 15-45 (1966).

SOLESIO DE LA PRESA, M. T.: *Antiguos viajes de agua en Madrid,* "Inst. Torroja de la Const. y del Cemento, monografía núm. 330 (1975).

VAUDOUR, J.: *Encroutements, crute et carapaces calcaires dan la región de Madrid.* Acta Geológica Hispánica, t. X, núm. 2 (1975).

VIDAL BOX, C.: *La línea morfotectónica meridional de la Sierra de Guadarrama,* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. XL, pp. 117 (1942).

VILANOVA, S.: *Noticia de algunas particularidades del corte de San Isidro.* Acta de la Soc. Esp. de Hist. Nat., t. V, pp. 45-46. Madrid (1876).

VILLARROYA GIL, F. I. y REBOLLO FERREIRO, L. F.: *Contribución al conocimiento hidrogeológico del Mioceno detrítico de la cuenca del río Henares.* Simposio Nacional de Hidrogeología (Valencia), pp. 421-435. Public. Grupo de Trabajo de Hidrogeología (A. E. G.) (1976).

Recibido: Febrero 1977.

Boletín Geológico y Minero. T. LXXXVIII-V. Año 1977 (417-433).

ENERGIA

Perspectivas petrolíferas de Andalucía Occidental

Por E. PERCONIG (*) y C. MARTINEZ DIAZ (*)

ABSTRACT

This work presents a series of consideration on the geologic framework and oil possibilities of Western Andalusia based on the new data provided by up-dated stratigraphic information from drilling logs, field and lab work, as well as geophysical interpretations in that area.

RESUMEN

Se exponen una serie de consideraciones sobre la estructura geológica y perspectivas petrolíferas de Andalucía Occidental. Dichas consideraciones se han realizado teniendo presentes los resultados estratigráficos, actualizados, de los sondeos realizados hasta el momento en ese sector, los estudios de campo y laboratorio, y la interpretación de los datos geofísicos.

CARACTERES GEOLOGICOS GENERALES

En Andalucía Occidental se pueden distinguir las siguientes unidades estructurales: zona bética, zona subbética, zona prebética y cuenca neógena del Guadalquivir. Estas zonas se suceden de Sur a Norte, en forma de estrechas fajas longitudinales (fig. 1). Sus características principales son las siguientes:

ZONA BÉTICA.—Comprende tres grandes conjuntos superpuestos. El más profundo consiste en el núcleo cristalino metamórfico de Sierra Nevada, recubierto por una serie triturada, que los geólogos holandeses denominaron "Mischungzone". En la actualidad, este conjunto se suele distinguir con el nombre de *Complejo Nevado-Filábride.*

El segundo, que rodea a la Sierra Nevada, constituye el *Complejo Alpujárride,* formado por varios mantos de corrimiento de edades comprendidas entre el Paleozoico y el Triásico. Sobre una base de esquistos cristalinos se apoyan niveles metamorfizados de filitas y cuarcitas, aparentemente estériles, que se atribuyen al Permo-Werfeniense, y una serie calizo-dolomítica, de espesor no muy bien determinado, que se supone puede alcanzar los 800 metros, y cuya edad se considera Trías medio-superior. Esta sucesión carbonatada se consideró de facies alpina, pero recientes estudios sedimentológicos (PERCONIG, 1976), demuestran que corresponde a una deposición de aguas muy someras, en un ambiente restringido, con ocasionales exposiciones subaéreas, y que, por consiguiente, pertenece a una facies de plataforma y no de geosinclinal.

El tercer conjunto, *Maláguide,* se superpone, tectónicamente, al Conjunto Alpujárride. Su estructura interior no se conoce todavía a fondo y se ignora si está formado por una o más unidades. Los materiales que lo forman están escasamente afectados por procesos de metamorfismo regional y se pueden reconocer varios términos estratigráficos, que van del Paleozoico al Terciario.

ZONA SUBBÉTICA.—Se extiende de Cádiz a Alicante y comprende una serie basal, muy extendida, formada principalmente por arcillas salíferas y yesíferas abigarradas (el llamado Trías germánico-andaluz), encima de las cuales se encuentran masas más o menos esparcidas y fragmentadas, que van del Liásico al Terciario.

ZONA PREBÉTICA.—Se localiza en la parte nororiental y corresponte a depósitos secundarios continen-

(*) Empresa Nacional Adaro, Madrid.

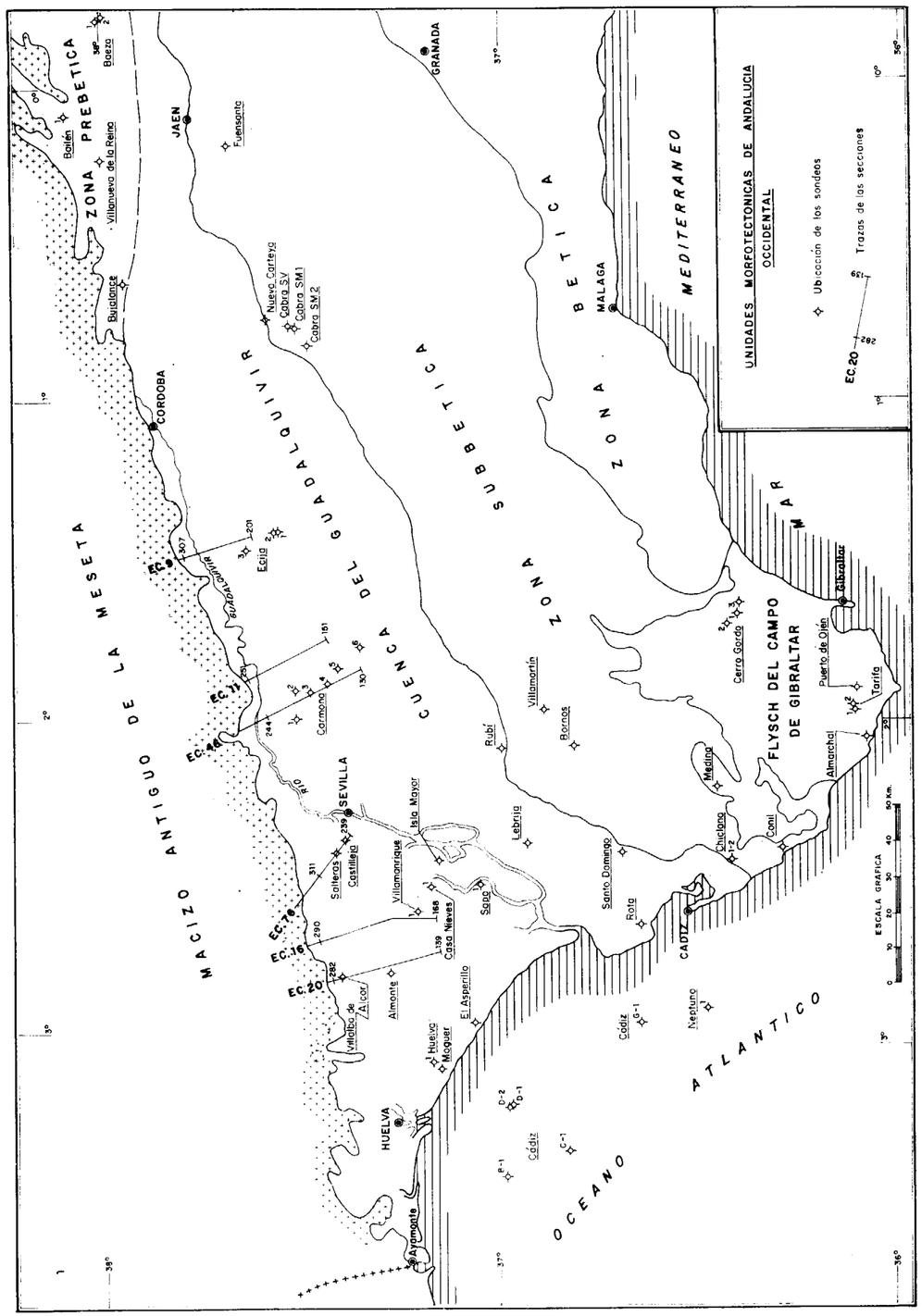


Figura 1

tales y neríticos, en proximidad del borde meridional del macizo hercínico de la Meseta, que para Blumenthal serían autóctonos y parautóctonos. Según las modernas interpretaciones tectónicas, las islas Baleares pertenecerían también a la zona prebética.

CUENCA DEL GUADALQUIVIR.—Se extiende al norte de la zona subbética y al oeste de la prebética. En su parte septentrional recubre el macizo hercínico de la Meseta. Está formada, en su mayoría, por sedimentos marinos del Neógeno, ocultados, en parte, por una película de depósitos aluvionales.

A lo largo de su contacto, las unidades mencionadas cabalgan la una a la otra: así que el frente de la zona bética sube por encima de la zona subbética y el frente de esta última supera la zona prebética y el Neógeno del valle del Gudalquivir.

FLYSCH DEL CAMPO DE GIBRALTAR.—Constituye la extremidad meridional de Andalucía y presenta características propias, debido a la presencia de una potente serie arenosa alóctona, las "areniscas del Algibe", que descansa sobre una base predominantemente arcilloso-margo-arenosa, donde han sido reconocidas varias unidades que van den Cretácico al Mioceno inferior.

INVESTIGACIONES PETROLIFERAS

Ya en 1860 se intentó la explotación de esquistos bituminosos liásicos de la Sierra del Pinar, cerca de Grazalema, y el primer hallazgo de petróleo tuvo lugar en 1894, durante los trabajos de excavación de una mina de azufre en Conil, mundialmente conocida por la belleza de sus cristales. Otras manifestaciones conocidas antiguamente son las de los volcanes de fango de Coripe (sur de Morón), petróleo y ozoquerita de Villamartín, calizas neocomienses impregnadas de petróleo, en Arcos; fuentes sulfurosas con indicios de petróleo de Fuente Amarga (Chiclana) y de las Hediondas (Lebrija), existencia de petróleo en San Telmo (Jerez), gas de Rota, gases de Lebrija, trazas de petróleo en el flysch de Barbate, y manifestaciones varias de hidrocarburos, sobre todo triásicas, de La Jara, La Jarilla, Coto de Doñana, Llanos de Caulina, Hato de la Carne, Santo Domingo.

Aunque la existencia de estas manifestaciones se conociera desde antiguo, hasta principio de siglo no se intentó una investigación por medio de sondeos. Y no podía ser de otro modo en un país de tan antigua tradición minera, que entonces estaba incluido entre los mayores productores y exportadores de cobre, plomo, cinc, hierro y mercurio. Precisamente este florecimiento de las investigaciones mineras clásicas desvió el capital de la inversión en la investigación petrolífera, mucho más aleatoria y de técnica totalmente nueva.

Los primeros sondeos fueron los de Villamartín, Bornos y sector de Lebrija, hechos por cuenta de una sociedad española, la "Petrolífera Pambanco", y de empresas inglesas. De estos sondeos da cuenta GAVALA (1916) en su trabajo sobre "Regiones Petrolíferas de Andalucía". Considerando la improvisación y los medios atrasados de aquellos tiempos, los resultados no fueron negativos: en Villamartín se encontró petróleo, aunque no susceptible de producción comercial, y en Lebrija, gas. Sin embargo, las investigaciones se suspendieron hasta después de la primera guerra mundial, cuando varias razones, entre ellas el precio elevado del crudo y de sus derivados, las entonces estimadas escasas reservas mundiales, el rápido aumento del consumo y la abundancia de capitales, estimularon nuevas inversiones.

Se formaron entonces varias compañías, españolas y mixtas, la mayoría de las cuales se limitó, no obstante, a obtener permisos, con fines especulativos. Se realizaron estudios geológicos, también por afamados especialistas extranjeros, pero no sondeos.

Hay que esperar hasta principios de 1950, cuando las manifestaciones de gas de los sondeos de Baeza, Villanueva de la Reina y Bailén, aconsejaron a la Empresa Nacional Adaro a tomar contacto con la Empresa italiana AGIP para contratar un estudio geofísico del valle del Guadalquivir e instalar el primer laboratorio español de micropaleontología. Se realizaron varios sondeos estratigráficos, en apoyo de la investigación geofísica (Ecija, Villalba del Alcor, Carmona, etc.) y a ella se sumó la Comisión de Investigaciones Petrolíferas Valdebro, constituida en 1952 por el INI y la General American, que realizó estudios geofísicos en la costa gaditana y su primer sondeo, en esta región, en 1956 (Bornos).

Finalmente, la nueva Ley de hidrocarburos de 1958, que reguló oportunamente los términos de la investigación, también para las empresas extranjeras, animó a numerosas compañías a efectuar sus investigaciones en este territorio de la Península.

SONDEOS

Damos a continuación los datos estratigráficos fundamentales de los sondeos realizados en Andalucía occidental, en orden cronológico, que proceden de las fuentes indicadas en bibliografía y de datos inéditos de la E. N. Adaro. Su ubicación se indica en la figura 1.

PERÍODO 1900-1940.

Villamartín.—En 1906 se constituyó la "Villamartín Petroleum Co.", que empezó sus trabajos de investigación petrolífera con una excavación rectangular a 90 metros de distancia del punto donde se habían descubierto impregnaciones de ozoquerita. Se comprobó que todo el material extraído estaba impregnado por petróleo y en una ocasión se produjeron 80 litros en cuarenta y ocho horas. Los trabajos se suspendieron porque los obreros no resistían las exalaciones de los gases.

Sucesivamente se realizaron otros sondeos por la misma Villamartín Petroleum Co. y la sociedad Pambanco, todos ellos de profundidad oscilante entre los 60 y 136 metros. Se obtuvieron manifestaciones de gas y de petróleo.

Del examen del mapa geológico se desprende que los sondeos estaban situados en aluviones recientes o directamente encima del Trías.

En tiempos más modernos (1915), otro sondeo fue realizado por el Instituto Geológico cerca del puente sobre el río Guadalete, de la carretera Jerez-Villamartín, con los siguientes resultados estratigráficos.

Hasta 154 m.	Eoceno.
154 - 377	Triásico.

Lebrija.—La sociedad Pambanco realizó más de 30 pozos de profundidad muy modesta (20-30 metros), que dieron gas con el 80 por 100 de metano. Uno alcanzó los 167 metros, atravesando 140 metros de depósitos aluvionales (?) y 27 de flysch eocénico.

Bornos.—Se efectuaron por el Estado por lo menos dos sondeos: uno, en 1917, a 2 Km. de la población, que alcanzó la profundidad de 272 m., sin salir del flysch eocénico, y otro, en 1924 (ó 1928), en la localidad Angostura de Bornos, que atravesó la siguiente serie, con alguna manifestación de hidrocarburos:

Hasta 246 m.	Margas miocenas.
246 - 366	Flysch eocénico.
366 - 500	Margas yesíferas del Triásico.

Conil.—Cerca de las manifestaciones de petróleos de la homónima mina de azufre. Situado probablemente sobre el Triásico, fue abandonado a los 180 m., dando manifestaciones de gas y de petróleo y una gran cantidad de agua salada.

Rota.—Debido a la presencia de gas combustible y de restos bituminosos con olor a petróleo, una compañía inglesa realizó un sondeo de unos 40-50 metros. En este sector aflora el Plioceno, encima del llamado flysch eoceno. Es opinión común que los hidrocarburos procedan del Trías subyacente.

Rubí.—En Rubí (Utrera), la "Societé Belge de Forages et de Prospection de Mines" perforó un sondeo que llegó a los 600 m., atravesando margas triásicas con niveles arenosos y calcáreos. Estéril.

Santo Domingo. — Efectuado por una sociedad belga, en correspondencia de las manifestaciones de hidrocarburos del Mioceno de Jerez. Alcanzó los 600 m., quedando, según parece, en el Triásico. Estéril.

SONDEOS REALIZADOS POR LA E. N. ADARO.

Baeza 1 (Jaén), 1953-1954.—Pozo al sur de Baeza, en la margen derecha del río Guadalimar. Atravesó 365,40 m. de Mioceno y se suspendió en el Trías, a los 410 m. Dio manifestaciones de gas a los 270, 275, 282-283 m.

Baeza 2 (Jaén), 1954.—1.500 m. al SE del n. 1, en la orilla izquierda del río Guadalimar.

Hasta 530,84 m.	Mioceno (Tortoniense).
530,84 - 639,59	Triásico.

Manifestaciones de gas, a los 83,20, 198,53, 225,97 y 263,26 m.

Villanueva de la Reina (Jaén), 1954.—Cerca de la población, en la orilla izquierda del río Guadalquivir.

Hasta 101 m.	Andaluciense.
150 - 230,60	Tortoniense.
230,60 - 294	Triásico.
294 - 321,60	Paleozoico.

Manifestaciones de gas, a los 217 m. y más abajo.

Bailén 1 (Jaén), 1954.—Cerca de la estación del tren, en la margen derecha del río Guadalquivir.

Hasta 6 m.	Andaluciense inferior.
6 - 42	Paso Andaluciense-Tortoniense.
108 - 252	Tortoniense.
252 - 294	Mioceno.
294 - 422	Triásico.
422 - 450	Pérmico (?).
450 - 458,12	Carbonífero (?).

Manifestaciones de gas en varios niveles, desde los 76 a 294 m.

Ecija 1 (Sevilla), 1954-1955:

1° 23′ 43″O.
37° 34′ 18″ N.

Hasta 23,15 m.	Andaluciense.
32,18 - 50,11	Paso Andaluciense-Tortoniense.
103 - 315	Tortoniense.
318,48 - 353	Langhiense (moronitas).

Manifestaciones de gas a los 310, 323, 328 m. y en las areniscas de la base del sondeo.

Villalba del Alcor (Sevilla), 1956:

2° 48′ 56″ O.
37° 27′ 57″ N.

Hasta 8,40 m.	Plioceno probable.
19 - 187,50	Andaluciense.
187,50 - 197,63	Andaluciense o Tortoniense.
197,63 - 215	Paleozoico.

Sondeo estratigráfico, estéril.

Chiclana de la Frontera 2 (Cádiz), 1954-1956:

2° 27′ 38″ O.
36° 24′ 45″ N.

Hasta 98 m.	Moronitas (Mioceno inferior).
98- 120	Manto de corrimiento.
120- 272	Triásico.
272- 426	Maastrichtiense - Campaniense.
426- 428	Triásico.
428- 460	Maastrichtiense.
460- 500	Paleoceno.
500- 780	Oligoceno.
780- 950	Eoceno superior y medio.
950 - 1.032,75	Triásico.

Manifestaciones de petróleo del Triásico.

Entre 1947 y 1949 se realizó el sondeo n. 1, del cual el segundo está a muy poca distancia. El primero se situó directamente encima del Triásico y se suspendió a los 247 m. Dio petróleo a los 120 m.

Medina Sidonia (Cádiz), 1957:

2° 13′ 50″ O.
36° 22′ 25″ N.

Modesto sondeo, de 193,56 m., situado sobre el llamado flysch eocénico. Encontró también niveles triásicos, con manifestaciones de petróleo.

Carmona 1 (Sevilla), 1957-1958:

2° 0′ 40″ O.
37° 31′ 30″ N.

Hasta 792,80 m.	Plioceno, Andaluciense y Tortoniense.

Carmona 2 (Sevilla), 1958:

1° 55′ 40″ O.
37° 31′ 30″ N.

Hasta 548 m.	Plioceno, Andaluciense y Tortoniense.
548 - 583	Paleozoico.

Castilleja de la Cuesta (Sevilla), 1959:

2° 22′ 32″ O.
37° 22′ 57″N.

Hasta 932,80 m.	Plioceno, Andaluciense y ¿Tortoniense?
932,80 - 937	Paleozoico.

Salteras (Sevilla), 1959:

2° 24′ 58″ O.
37° 24′ 58″ N.

Hasta 644 m.	Plioceno y Andaluciense.
644 - 657,50	Andaluciense o Tortoniense.
657,50 - 665,50	Paleozoico.

Carmona 3 (Sevilla), 1959:

1° 55′ 58″ O.
37° 28′ 52″ N.

Hasta 675 m.	Andaluciense y Tortoniense.
675 - 895	Manto de corrimiento.
895 - 903	Tortoniense.
903 - 907,50	Paleozoico.

Indicios de gas a 675 y 895 m.

Carmona 4 (Sevilla), 1959:

1° 54′ 42″ O.
37° 26′ 31″ N.

Hasta 280 m.	Probable Tortoniense.
280 - 1.206	Manto de corrimiento, con moronitas del Mioceno inferior en la parte alta.
1.206 - 1.230	Tortoniense.
1.230 - 1.232	Paleozoico.

Indicios de gas cerca de los 1.206 m.

Carmona 5 (Sevilla), 1960:

1° 51′ 31″ O.
37° 24′ 40″ N.

Hasta 98 m.	Mioceno inferior (moronitas).
98 - 1.560	Manto de corrimiento.
1.560 - 1.571	Tortoniense.
1.571 - 1.573	Paleozoico.

Indicios de gas cerca de los 1.560 m.

Carmona 6 (Sevilla), 1960-61:

1° 48′ 25″ O.
37° 22′ 25″ N.

Hasta 60 m.	Tortoniense.
60 - 1.846	Manto de corrimiento, con moronitas del Mioceno inferior en la parte alta.

Indicios de gas en la "nappe".

Ecija 2 (Sevilla), 1961:

1° 23′ 43″ O.
37° 34′ 15″ N.

Hasta 317 m.	Andaluciense y Tortoniense.
317 - 467	Mioceno inferior (moronitas).
467 - 1.252	Manto de corrimiento.
1.252 - 1.542	Tortoniense.
1.542 - 1.547	Paleozoico.

Indicios de gas entre los 600 y 800 m.

Ecija 3 (Sevilla), 1961-62:

1° 26′ 29″ O.
37° 37′ 32″ N.

Hasta 600 m.	Andaluciense y Tortoniense.
600 - 750	Manto de corrimiento.
750 - 993	Tortoniense.
993 - 994	Paleozoico.

Tarifa 1 (Cádiz), 1966:

1° 58′ 00″ O.
36° 7′ 35″ N.

68 - 800	Maastrichtiense inferior.
927 - 2.074	Campaniense superior y medio.
2.166 - 2.906	Campaniense inferior.

El sondeo se suspendió a los 3.023 m., en margas grises con intercalaciones de calcita, iguales a las del último testigo (Campaniense), tomado a los 2.903 - 2.906 m.

Presencia de hidrocarburos desde las primeras muestras de margas hasta el final del sondeo, con aspecto de roca madre.

Tarifa 2 (Cádiz), 1966:

Situado, aproximadamente, a 1 Km. de distancia, al Este del sondeo Tarifa 1, en el mismo valle del río Jara. Encontró el Eoceno debajo del Cretáceo superior, debido a una falla inversa que rebaja el sector oriental del valle.

Hasta 71 m.	Eoceno probable.
305 - 442,50	Campaniense inferior.
548 - 832	Eoceno, muy probable.
897 - 902	Eoceno.
1.020 - 1.024	Eoceno inferior o Paleoceno superior.
1.167 - 1.171	Paleoceno.

SONDEOS REALIZADOS POR LA COMISION DE INVESTIGACIONES PETROLIFERAS VALDEBRO

Bornos (Cádiz), 1956:

2° 03′ 58″ O (1).
36° 50′ 08″ N.

Sondeo estéril efectuado en un sector donde las manifestaciones de gas y petróleo ligadas a la formación salífera triásica son muy abundantes.

Ubicado sobre una estructura miocénica, atravesó 450 metros de margas del Andaluciense y Tortoniense y a continuación una sucesión triásica hasta el final del sondeo (3.029,70 m.). A destacar la presencia de microfósiles del Cretáceo superior y Paleoceno del testigo de 1.530 m., que sugiere importantes complicaciones tectónicas.

Almarchal (Cádiz), 1956-1957:

2° 07′ 00″ O.
36° 08′ 40″ N.

Hasta 685 m.	Flysch "oligocénico-cretácico".
756 - 759	Margas del Mioceno inferior.
811 - 813	Margas del Senoniense.
879 - 1.250	Flysch "oligocénico-cretácico".
1.275 - 1.278	Margas del Mioceno inferior.
1.300 - 3.462,50	Flysch "oligocénico - cretático", con diferentes aspectos litológicos (margas grises y areniscas entre los 1.300 y 2.000 m., y arcillas y margas verdosas y chocolate, con foraminíferos primitivos de concha arenosa, desde los 2.000 m. al final del sondeo).

Manifestaciones de gas en todos los horizontes porosos.

(1) Los datos de las coordenadas proceden de los trabajos indicados en la bibliografía.

Asperillo (Huelva), 1957:

2° 57′ 40″ O.
37° 04′ 38″ N.

Hasta 1.230 m.	Cuaternario, Plioceno, Andaluciense y Tortoniense. Algunas resedimentaciones (trazas del manto de corrimiento) entre los 1.168 y 1.171 m.
1.230 - 1.350	Jurásico superior.
1.350 - 2.450	Liásico inferior (dolomías y calizas).
2.450 - 3.307	Triásico (arcillas, dolomías, margas calcáreas, anhidrita y sal).

Indios de gas en los niveles porosos de la serie neógena. Trazas bituminosas y fluorescencia en la sucesión infraliásica. Abundante agua salada en las pruebas de producción.

Isla Mayor (Sevilla), 1957:

2° 27′ 39″ O.
37° 09′ 33″ N.

Hasta 2.210 m.	Cuaternario, Plioceno, Andaluciense y Tortoniense. Presencia de un manto de corrimiento entre los 779 y 1.379 m., con "moronitas" inframiocénicas en la parte superior (779-938 m.).
2.210 - 2.372,86	Paleozoico.

Moguer (Huelva), 1957:

3° 06′ 53″ O.
37° 09′ 21″ N.

Hasta 713 m.	Plioceno, Andaluciense, Tortoniense.
713 - 742	Jurásico superior.
742 - 1.890	Liásico inferior (sobre todo dolomías).
1.890 - 2.417	Triásico.
2.417 - 2.472,90	Paleozoico.

Puerto de Ojén (Cádiz), 1958:

1° 56′ 46″ O.
36° 09′ 17″ N.

Atravesó el conjunto del llamado "flysch eocénico" con numerosos foraminíferos primitivos de concha arenosa, cronológicamente poco indicativos. Se suspendió a la profundidad de 1.750,76 m.

Almonte (Huelva), 1957:

2° 47′ 09″ O.
37° 15′ 45″ N.

Hasta 700 m.	Plioceno y Mioceno superior.
700 - 841	Liásico inferior (casi todo dolomías).
841 - 1.283	Triásico.
1.283 - 1.342,64	Paleozoico.

Cerro Gordo 1 (Cádiz), 1958-59:

1° 40′ 20″ O.
36° 21′ 15″ N.

Hasta 1.200 m.	Flysch paleógeno (?).
1.220	Eoceno.
1.250 - 1.275	Cretácico superior (calizas de Fissurinas).
1.290 - 1.490	(Calizas rojas y grises de facies "scaglia apenínica") Paleoceno-Cenomaniense.
1.490 - 1.700	Jurásico superior.
1.700 - 1.950	Dogger.
1.950 - 2.025	Liásico.
2.100 - 3.558,50	Triásico (facies Keuper y Muschelkalk).

Testigos que goteaban petróleo en el Jurásico superior y restos bituminosos en el Liásico inferior y Triásico.

Cerro Gordo 2 (Cádiz), 1959:

1° 42′ 10″ O.
36° 22′ 10″ N.

Hasta 1.300 m.	Flysch paleógeno (?).
1.300 - 1.304	Oligoceno.
1.304 - 1.433	Muestras heterogéneas, del Oligoceno, Eoceno (?), Cenomaniense y Valanginiense.
1.433 - 2.235	Jurásico superior (Kimmeridgiense-Oxfordiense).
2.505 - 2.510	Titónico.
2.800 - 3.130	Kimmeridgiense - Bathoniense.
3.370 - 3.377,18	Liásico superior.

Cerro Gordo 3 (Cádiz), 1960-1961:

1° 38′ 48″ O.
36° 21′ 10″ N.

Hasta 971 m.	Flysch paleógeno (?).
1.097 - 1.206	Paleoceno-Cenomaniense (facies de "scaglia apenínica").
1.257 - 1.338	Jurásico superior.
1.546 - 1.685	Dogger.
1.771 - 1.871	Liásico.
1.905 2.831,60	Triásico.

Indicios de petróleo, con agua salada, en el Triásico.

OTROS SONDEOS.

Bujalance 1 (IGME), 1949:

Situado frente al Km. 10 de la carretera de Bujalance a Villa del Río, en la margen izquierda del arroyo de Cañetejo, con el objeto de determinar la probable continuación de la cuenca hullera de Peñarroya-Adamuz.

Hasta 301 m.	Mioceno, en capas horizontales.
301 - 459,70	Triásico, en capas horizontales.
459,70 - 510	Cámbrico, con capas verticales.

Huelva 1 (COPAREX), 1965:

3° 05′ 48″ O.
37° 10′ 35″ N.

Suspendido a la profundidad de 1.431 m., en el Jurásico. Estéril. No se divulgaron datos sobre la estratigrafía.

Villamanrique 1 (Huelva) (ENPENSA), 1967:

2° 37′ 20″ O.
37° 13′ 57″ N.

Hasta 56 m.	Cuaternario.
56 - 1.196	Plioceno-Tortoniense,
1.196 - 1.317	Triásico.
1.317 - 1.341	Paleozoico.

Estéril.

Casa Nieves 1 (Huelva) (ENPENSA), 1967:

2° 32′ 57″ O.
37° 11′ 28″ N.

Hasta 145 m.	Cuaternario.
145 - 459	Plioceno.
459 - 1.413	Portiense-Tortoniense.
1.413 - 1.504	Manto de corrimiento.
1.504 - 1.623	Tortoniense-Helveciense.
1.623 - 1.630	Paleozoico,

Indicios de gas entre los 1.147-1.163 y 1.612-1.626 metros.

Sapo 1 (Sevilla) (ENPENSA), 1968:

2° 31′ 20″ O.
37° 3° 48″ N.

Hasta 300 m.	Cuaternario.
300 - 425	Plioceno inferior.
425 - 783	Tortoniense.
783 791	Manto de corrimiento.

Indicios de gas.

Cádiz D-1 (SHELL), 1968:

3° 13′ 2″ O.
36° 58′ 6″ N.

Según los datos publicados había terminado a los 4.084 m., con indicios de gas. No se dieron datos estratigráficos.

Cádiz G-1 (SHELL), 1968:

2° 58′ 32″ O.
36° 38′ 25″ N.

Según los datos publicados habría terminado a los 1.527 m. Estéril. No se dieron datos estratigráficos.

Fuensanta 1 (Jaén) (SEPE-CIEPSA), 1969:

0° 11′ 38″ O.
37° 40′ 10″ N.

Hasta 138 m.	Aptiense-Barremiense.
138 - 258	Noecomiense.
258 - 339	Berriasiense-Titónico.
339 - 1.800	Jurásico (Titónico a Hettangiense).

Estéril.

Nueva Carteya 1 (Córdoba) (ENPASA, ENPENSA, CIEPSA, APEX), 1971:

0° 42′ 26″ O.
37° 35′ 52″ N.

Hasta 40 m.	Mioceno.
40 - 855	Cretácico inferior.
855 - 1.380	Jurásico.
1.380 - 3.227	Liásico.
3.227 - 3.554	Mioceno.
3.554 - 3.750	Paleozoico (?).

Estéril.

Cádiz C-1 (SHELL, CAMPSA), 1972:

3° 20′ 49″ O.
36° 49′ 29″ N.

Sondeo de exploración, seco. Según los datos publicados, fue suspendido en el Triásico, a la profundidad de 2.763 m.

(Nos extraña este dato, ya que, por la interpretación de la cuenca sedimentaria, que damos más adelante, el Triásico debería encontrarse a una profundidad mayor.)

Cádiz B-1 (SHELL, CAMPSA), 1972-1973:

3° 26′ 4″ O.
36° 58′ 44″ N.

Hasta 1.200 m.	Plioceno.
1.200 - 1.380,20	Mioceno y Manto de corrimiento (?).
1.380,20 - 2.027	Paleoceno-Eoceno inferior.
2.027 - 3.409,50	Cretácico.
3.409,50 - 3.902,50	Jurásico (?).
3.902,50 - 4.202	Jurásico medio-inferior.
4.202 - 4.297,70	Triásico.

Estéril.

Cádiz D-2 (SHELL, CAMPSA), 1973-74:

3° 13′ 11″ O.
36° 58′ 37″ N.

320	Plioceno.
1.414,50	Mioceno.
2.062	Oligoceno-Eoceno?
2.264,50	Cretácico-Jurásico.

El sondeo finalizó a la profundidad de 2.737 m., en el Jurásico, con indicios de gas.

Neptuno 1 (Cádiz), (AUXINI), 1975:

6° 36′ 24,97″ O. (Meridiano de Greenwich).
36° 27′ 41,74″ N.

Hasta 600 m.	Plio-Cuaternario.
600 - 1.300	Tortoniense.
1.300 - 1.750	Serravaliense-Langhiense.
1.750 - 1.951,60	Cretácico-Paleógeno (¿manto de corrimiento?).

Estéril.

Sondeos del IGME para aguas:

Cabra SV.

x=536,2; y=323,7.

Terminó a los 252 m., en el Oligoceno.

Cabra SM-1.

x=535; y=326..

Terminó a los 1.153 m., en el Berriasiense.

Cabra SM-2.

x=530; y=323.

Terminó a los 800 m., en el Triásico.

CONSIDERACIONES SOBRE EL INTERES PETROLIFERO DE LAS DISTINTAS ZONAS

CUENCA DEL GUADALQUIVIR.

Debido a las distintas características de esta cuenca, consideramos por separado dos sectores: el interior y el costero.

Sector interior.

Las investigaciones a lo largo del borde de la Meseta han permitido reconocer el carácter transgresivo de los depósitos miocénicos sobre el Paleozoico y granitos de este bloque hercínico. La transgresión corresponde al Tortoniense superior y también al Andaluciense en la parte suroccidental (PERCONIG, 1971) y, en general, está representada por conglomerados, brechas, calizas y areniscas con *Heterostegina*, que se encuentran también más al Sur (en profundidad), en contacto directo con el basamento. La sísmica indica que el basamento paleozoico y cristalino se inmerge suavemente hacia el Sur y Sureste, con una inclinación media de 3.°-4.° El Mioceno que lo cubre aumenta gradualmente su espesor de Norte a Sur y la facies de sus depósitos, como demuestran los testigos de los sondeos, es constantemente de tipo nerítico, indicando así la gradual subsistencia del substrato (fig. 2).

Por lo tanto, como han señalado PERCONIG (1960-62, 1961) y GAVALA (1961), no existe ningún importante y continuo accidente tectónico a lo largo del contacto entre Mioceno y Meseta, y la gran dislocación del Guadalquivir, mencionada en muchos textos como prototipo de falla, es debida solamente a la engañosa visión ofrecida por el contacto, aproximadamente rectilíneo, entre Meseta y Mioceno, sobre una longitud de casi 400 kilómetros.

A lo largo del borde se encuentran solamente roturas locales, que interesan al zócalo varíscico, a veces con dirección normal al eje de la cuenca. Roturas locales y desordenadas del basamento se observan también más al Sur, en el Valle, y han sido reveladas por la sísmica debajo de la cubierta miocénica (fig. 2 y fig. 3, secciones EC-46 y EC-9).

La inexistencia del gran accidente tectónico del Guadalquivir, tanto como falla que como flexura, ha sido confirmada por KOCKEL (1966), por la síntesis del Mapa geológico de España 1:200.000 (Hojas 81, 75, 76 y 70), por el Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares, redactado en 1972 por JULIVERT y FONTBOTE, y por los geólogos que recientemente han confeccionado los nuevos mapas geológicos, 1:50.000 del MAGNA: Hojas 983, 962, 963, 942, 943, 922, 923, 924, 903, 905 y 906.

En las secciones de la figura 3, fundadas en perfiles sísmicos de reflexión, hemos indicado con una línea continua el límite, en profundidad, entre la base del Mioceno y el techo del Paleozoico, y con

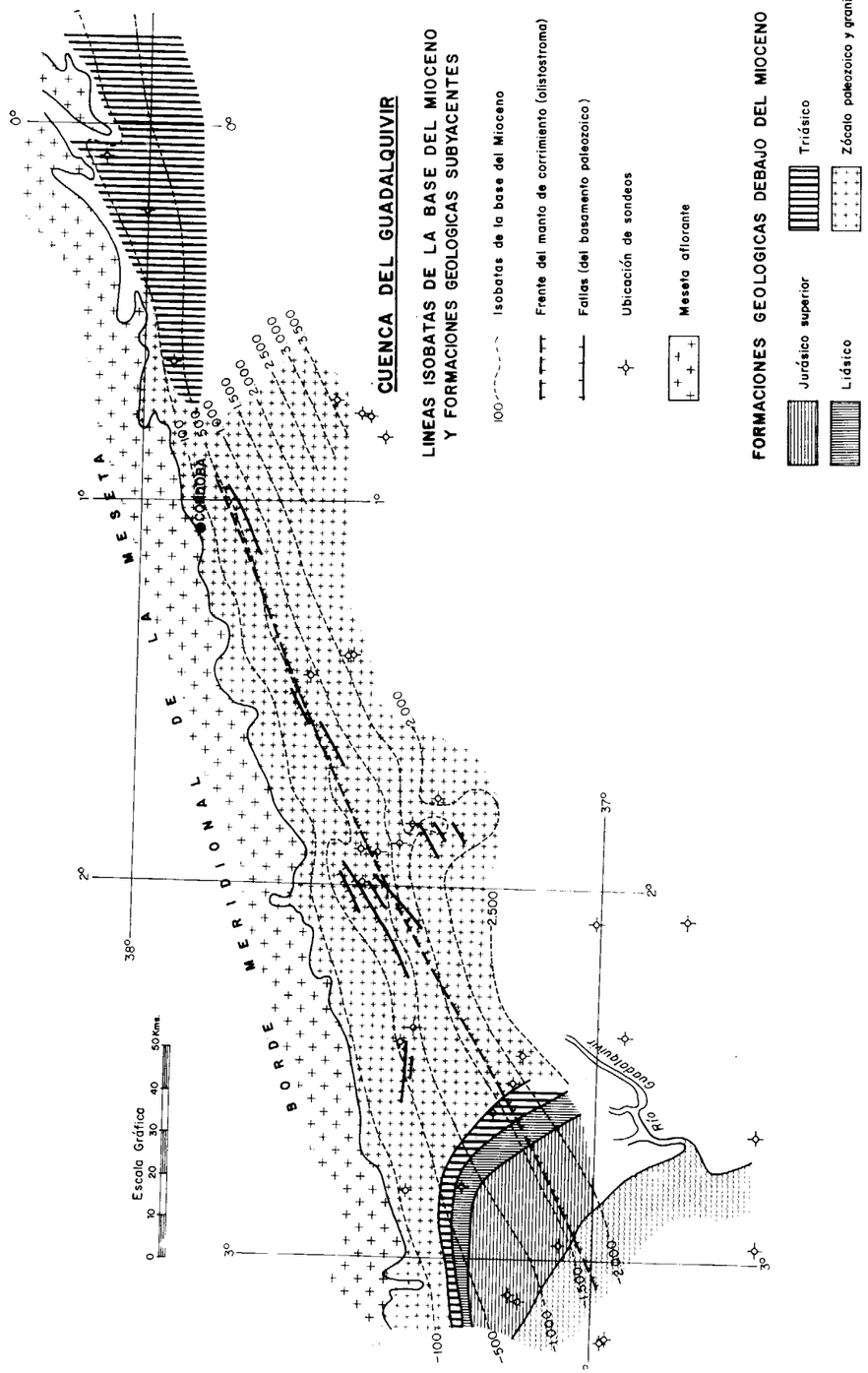


Figura 2

una línea de trazos su prosecución, desde el último punto de explosión registrado hasta el punto de contacto, en superficie, entre el Mioceno y el basamento (puntos M/B), localizado en el mapa geológico.

Dicha prolongación no pone en evidencia ningún salto o flexura de importancia y el contacto ocurre con normalidad.

Si consideramos la profundidad del techo del Paleozoico en correspondencia del último punto de explosión y su distancia del punto de contacto Mioceno-Meseta (ver figura 3), obtenemos valores de buzamiento que están perfectamente de acuerdo con los valores de inmersión de la Meseta hacia el Sur, controlados por sísmica.

Es interesante observar que los valores son bajos en la parte occidental (3° 17′ en la sección EC-20 y 2° 47′ en la EC-16) y un poco más altos en la oriental (4° 43′ en la sección EC-46, 4° 20′ en la EC-11 y 4° 9′ en la EC-9). El más bajo corresponde a la sección EC-76, con 2° 10′, pero esto es lógico porque la traza de esta sección (ver fig. 1) es más oblicua con respecto a la dirección de buzamiento máximo. En definitiva, el basamento se hunde muy ligeramente entre Huelva y Sevilla y un poco más entre Carmona y Córdoba.

Las investigaciones geofísicas (2) han puesto en evidencia que, por los distintos caracteres de las diagrafías sísmicas, que reflejan una diferente constitución del sustrato, el valle puede dividirse longitudinalmente en dos sectores.

El *sector norte* comprende una zona rica en reflexiones, que pueden seguirse lateralmente con continuidad, permitiendo una buena reconstitución estructural del sustrato, y un "horizonte base" formado por una alineación de reflexiones dobles. La interpretación geológica, fundada también en los resultados de los sondeos, permite atribuir al Neógeno todo el paquete de la zona rica de reflexiones continuas y a la base del Mioceno —techo del Paleozoico el horizonte de reflexiones dobles.

En el *sector meridional,* el "horizonte base" se inflexiona de un modo repentino hacia el Sur y en un cierto momento no se puede reconocer más en las diagrafías. Al mismo tiempo se destaca un paquete de reflexiones que sube con rapidez hacia el Sur, presentando también alguna ondulación. Entremedias, aparecen otras reflexiones, a veces caóticas y otras regulares, pero, en general, bastante confusas.

Los resultados estratigráficos de los sondeos permiten una interpretación bastante digna de crédito. El basanto paleozoico, que en el sector septentrional se había mantenido bastante alto, se hunde hacia el Sur, con una fuerte flexura. Las capas más bajas del Mioceno suben, acercándose a la superficie, en proximidad de los extensos afloramientos de moronitas. La zona intermedia la ocupa un manto de corrimiento, que, por estar formado por una masa revuelta, absorbe los impulsos sísmicos y no ofrece reflexiones regulares.

Este manto de corrimiento (="nappe de glissement" u "olistostroma") ha sido puesto en evidencia por PERCONIG (1960-1962, 1961), como "nappe de Carmona" y se encontró en los sondeos de Carmona 3, Carmona 4, Carmona 5, Carmona 6, Ecija 2, Ecija 3, El Asperillo, Isla Mayor, Casas Nieves 1, Sapo 1 y también en la zona off-shore del Golfo de Cádiz: Neptuno 1. Asimismo debería haberse encontrado en el sondeo Cádiz G-1, del cual no se han publicado datos estratigráficos.

Se trata de un conjunto de margas y arcillas verdosas y rojizas, cuya edad va del Cretácico superior al Oligoceno, que procede de sectores meridionales y que se ha insinuado entre los depósitos miocénicos. En los puntos donde hemos podido acertar su presencia, su colocación puede datarse del Tortoniense medio-superior (véase, por ejemplo, la figura 3, secciones EC-46, EC-11, EC-9). Con toda probabilidad corresponde a la "Unidad de Paterna", descrita por CHAUVE, en las mismas fechas (1960-1962), en el Campo de Gibraltar.

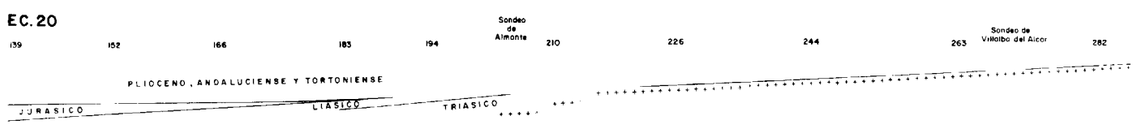
El frente de este manto, con un recorrido casi rectilíneo, indicado en la figura 2, corta longitudinalmente en dos partes el Valle del Guadalquivir, y corresponde, aproximadamente, al límite de los dos sectores cuyas características geológicas hemos tratado por separado.

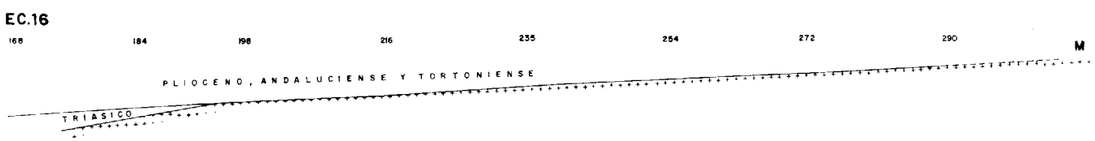
Sobre el manto de corrimiento yace la conocida formación de las "moronitas" o "albarizas", margas blancas silíceas miocénicas, que tampoco están "in situ", sino que han sido llevadas de su zona original de sedimentación, flotando sobre el olistostroma.

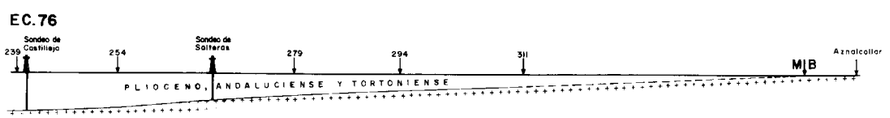
En el sector suroriental del valle existen todavía más complicaciones, ya que se encuentra también

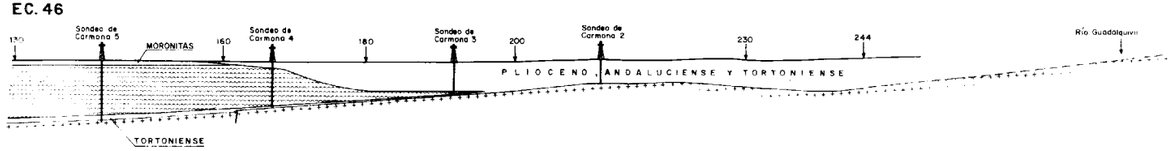
(2) Los datos procedentes de la investigación geofísica se fundan en la sísmica de reflexión, con registro galvanométrico, y de refracción, realizada por ADARO entre 1954 y 1960.

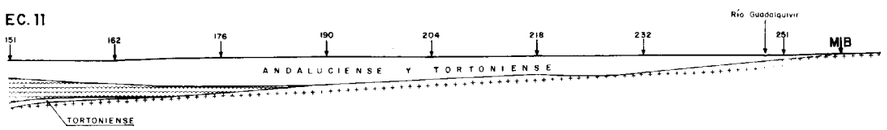
INTERPRETACION GEOLOGICA DE ALGUNOS PERFILES SISMICOS

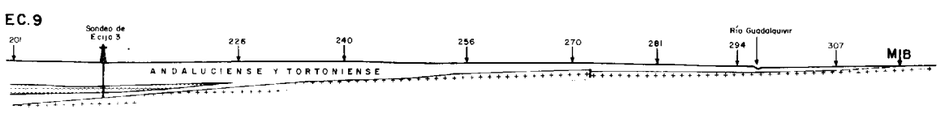














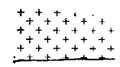
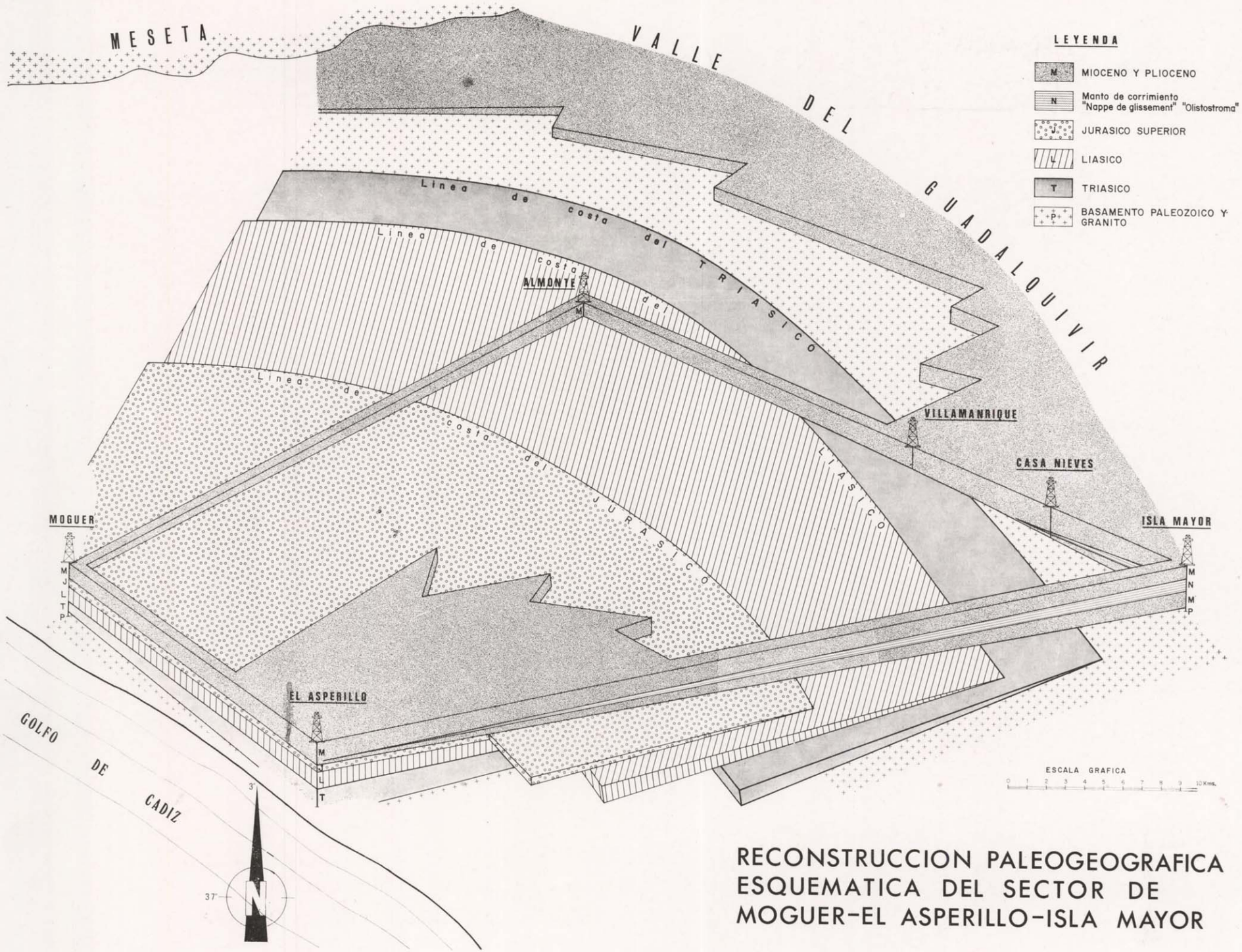




Figura 3



RECONSTRUCCION PALEOGEOGRAFICA ESQUEMATICA DEL SECTOR DE MOGUER-EL ASPERILLO-ISLA MAYOR

Figura 4

el Triásico encima del Mioceno, como resulta en varios pozos para agua perforados en esta zona.

Por cuanto concierne a hidrocarburos, las perforaciones realizadas han dado los resultados siguientes:

Baeza: Manifestaciones de gas en el Mioceno.

Villanueva: Manifestaciones de gas en la base del Mioceno.

Bailén: Manifestaciones de gas en el Mioceno.

Ecija 1: Manifestaciones de gas en las moronitas encima del manto de corrimiento.

Carmona 3: Indicios de gas emulsionado con agua salada en el manto de corrimiento y en la base del Mioceno.

Carmona 4: Indicios de gas y agua salada hacia la base del Mioceno.

Carmona 5: Indicios de gas en la base del Mioceno.

Carmona 6: Indicios de gas en el manto de corrimiento.

Ecija 2: Indicios de gas en el manto de corrimiento.

Los principales indicios han tenido lugar, por lo tanto, en el conjunto poroso (conglomerados, areniscas, brechas) que corresponde a la transgresión miocénica y en la masa caótica de la "nappe". Los sondeos de los cuales proceden son, en su mayoría, estratigráficos y solamente alguno de ellos ha sido ubicado en la culminación de pequeñas estructuras.

En la *parte septentrional* del Valle la investigación no presenta problemas, ya que, descartado el basamento, toda la atención se concentra en el Mioceno, cuyos motivos estructurales la sísmica refleja con fidelidad. El objetivo principal, y aparentemente único, consiste en los depósitos transgresivos de la base, alcanzables a profundidades bastante modestas, bien en estructuras sinclinales o en cuñas estratigráficas ("pinch-out"). Constituiría un punto negativo el hecho que, hasta el momento, se han obtenido solamente indicios de gas metano, sin posibilidad de explotación. Parece difícil la localización de almacenes importantes, de interés comercial.

En la *parte meridional,* el mismo objetivo de investigación presenta más problemas, debido a la mayor profundidad y a la dificultad de poner en evidencia con medios geofísicos las estructuras favorables del Mioceno basal, por la presencia de un manto de corrimiento superpuesto. Este mismo podría ser objeto de atención, ya que ha revelado la presencia de hidrocarburos, pero la investigación parece muy aleatoria.

Alejándose del borde de la Meseta, podrían también encontrarse, en profundidad, formaciones del Terciario antiguo y del Mesozoico. El problema es esencialmente geofísico: logrando poner en evidencia la situación estructural del substrato podrían presentarse perspectivas favorables.

Sector costero.

Los sondeos realizados por VALDEBRO en 1957 (Asperillo, Isla Mayor, Moguer, Almonte) han demostrado la existencia de una cuenca sedimentaria mesozoica en proximidad a la costa atlántica, confirmada por los sondeos más recientes (1967) de ENPENSA (Villamanrique y Casas Nieves).

Las formaciones mesozoicas aumentan de espesor del NE al SO. Se enlazan con los afloramientos de Portugal meridional y forman un arco alrededor del Golfo de Cádiz. Están limitadas, en sus márgenes, por el Paleozoico aflorante y por su prolongación debajo de la cubierta miocénica (fig. 2).

La sucesión litológica es la siguiente:

Plioceno y Mioceno.—Margas, areniscas y conglomerados en la base (con la interposición del "olistostroma" en el sondeo de Isla Mayor).

Jurásico superior.—Calizas oolíticas y brechas.

Liásico.—Parte superior predominantemente margosa o margo-calcárea; parte inferior predominantemente calcáreo-dolomítica, con dolomías, a veces vacuolares (carniolas).

Triásico.—Anhidritas, niveles de sal, arcillas rojizas y alguna intercalación dolomítica. En la base, arenicas y conglomerados (Moguer y Almonte).

Paleozoico.—Pizarras.

Los sondeos de Moguer y de El Asperillo, muy cercanos a la costa, han atravesado, debajo de la cobertera miocénica, transgresiva, una sucesión mesozoica bastante potente, de un espesor de 1.663 m. en Moguer y de 2.075 en El Asperillo. El sondeo de Almonte, más al interior, encontró un menor espesor de depósitos secundarios (573 m.), el de Villamanrique, todavía más interno, solamente 121 m. de Triásico, y los de Casas Nieves e Isla Mayor, situados más al Sur, el Mioceno directamente encima del Paleozoico (con un espesor respectivo de 1.623 y 2.210 m.).

La interpretación geológica de los datos que nos proporciona la sísmica y sus correlaciones con los datos estratigráficos de los sondeos, nos permite realizar una reconstrucción paleogeográfica del sector costero y reconocer los límites y las direcciones de las antiguas líneas de costa del Jurásico superior, Liásico y Triásico, indicadas en la figura 4.

Los sondeos de Isla Mayor y de Almonte y los que ADARO realizó más al Este, confirman las evidencias geofísicas sobre el lento y gradual hundimiento monoclinal del basamento paleozoico y granítico hacia el Sur, en la parte septentrional. En la parte meridional, el hundimiento es más rápido, como hemos ya observado en el sector interior del valle, y el techo del Paleozoico podría encontrarse a unos 6.000 metros de profundidad en la bahía de Cádiz, según nuestra interpretación de la prospección sísmica de refracción, en mar, que formaba parte del programa de investigaciones geofísicas y oceanográficas realizado en colaboración, en 1956, por la Universidad de Columbia, el Instituto Español de Oceanografía y el C. S. I. C. Las direcciones de inmersión del zócalo están perfectamente de acuerdo con los resultados de la sísmica de reflexión efectuada en tierra firme por los equipos de ADARO y de VALDEBRO.

A pesar de los resultados negativos de los sondeos efectuados hasta el momento, creemos que el sector costero presenta todavía interesantes perspectivas.

Si analizamos la ubicación de los sondeos perforados por VALDEBRO en 1957 vemos que, como es lógico, fue elegida fundándose en los motivos estructurales revelados por la sísmica de reflexión.

Los perfiles sísmicos entonces realizados ponen en evidencia una zona superior de reflexiones muy buenas, un "horizonte basal", y una zona inferior en la cual las reflexiones son escasas o ausentes. Las correlaciones con los sondeos permiten averiguar que toda la zona superior, rica en reflexiones, corresponde a las margas del Neógeno y que el "horizonte basal" indica la transgresión miocénica.

Por lo tanto, los medios geofísicos empleados han puesto en evidencia solamente la situación estructural del Mioceno y no han proporcionado ningún dato para las formaciones inferiores, indiferenciadas, dentro de la "zona inferior de reflexiones escasas" y no ha sido posible ninguna separación entre las calizas oolíticas del Jurásico superior, las margas del Liásico superior, las carníolas del Liásico inferior, las anhidritas del Triásico y las pizarras del Paleozoico.

Los sondeos han sido ubicados en correspondencia de las indicaciones del "horizonte basal" y prácticamente sobre falsas estructuras anticlinales, que, en realidad, corresponden a ondulaciones del paleorrelieve sobre el cual el Mioceno es transgresivo. Esta situación resulta confirmada por la pseudoestructura del sondeo de Isla Mayor, donde se encontró el Mioceno directamente encima del Paleozoico.

Al tener la evidencia de que los sondeos mencionados no han alcanzado el objetivo previsto (exploración de estructuras anticlinales del Mesozoico), las posibilidades petrolíferas del sector en estudio quedan intactas e inalterables. Aún más, en cuanto los progresos de las técnicas de perforación permiten la exploración de la zona marina, "off-shore", con la posibilidad de investigar la prolongación de la cuenca mesozoica en la plataforma continental.

Los sondeos han puesto de manifiesto numerosos tramos con excelente porosidad, que pueden constituir un buen almacén, en el Infraliásico y Liásico inferior y medio. De otro lado, las calizas margosas y las margas del mismo Liásico forman una buena cobertura. En las dolomías vacuolares (carniolas) se observó agua salada con presión y también indicios de hidrocarburos a la lámpara de Wood, y se sabe cómo este tipo de roca puede presentarse "limpia", aún en la proximidad de yacimientos, debido a su gran porosidad. Plegamientos de las capas liásicas pueden haber ocurrido ya durante los movimientos paleoalpinos, empezando por la fase neokimérica (entre Liásico y Dogger).

Un motivo de interés de segundo orden podría estar en las formaciones del Jurásico superior, cuyo espesor aumenta hacia la parte inferior de la cuenca. Además, en la zona "off-shore", los sondeos de SHELL y de CAMPSA han revelado la presencia del Terciario antiguo y del Cretácico.

En las areniscas y conglomerados de base del Mioceno se encontró gas metano, aunque en pequeñas cantidades.

La investigación puede tener dos objetivos principales: "estructuras anticlinales" y "pinch-out", evidentes en los perfiles sísmicos, en correspondencia de la línea de costa de las distintas formaciones secundarias (ver figura 3, secciones EC-20 y EC-16).

El problema es esencialmente geofísico y depende de las posibilidades que este medio de investigación

puede ofrecer para revelar con exactitud la situación estructural de las formaciones mesozoicas ocultas. Parece que la sísmisa de reflexión puede dar resultados aprovechables empleando las técnicas oportunas. De otro lado, en los estudios realizados con objeto científico en el Golfo de Cádiz (DRAKE, GAIBAR-PUERTAS, NAFE, LANGSETH, 1959), la sísmica de refracción ha puesto en evidencia velocidades diferentes para los sedimentos del Paleozoico, Triásico, Jurásico y Neógeno.

Ignoramos las técnicas empleadas y los conocimientos geológicos y geofísicos que han motivado la ubicación de los sondeos en alta mar realizados recientemente por SHELL y CAMPSA, pero creemos que su resultado negativo no es motivo suficiente para abandonar una investigación que tiene aspectos muy estimulantes y que evidentemente necesita de muchos más sondeos e inversiones antes de poder darse por terminada.

ZONA SUBBÉTICA.

Mientras el paroxismo hercínico determinaba la emersión de la Meseta, en el geosinclinal bético, correspondiente a la faja meridional de la actual región andaluza, prevalecía el dominio marino. Al principio del Jurásico se originaba la ondulación de la Sierra Nevada, futuro embrión de la cordillera bética. El borde de la Meseta, ligeramente inclinado hacia el Sur, correspondía a un sector costero que recibía los sedimentos del mar mesozoico y terciario.

La orogénesis alpina determinaba el levantamiento definitivo de toda la cordillera bética y el correspondiente deslizamiento de las formaciones mesozoicas hacia el Norte, favorecido por la plasticidad del Triásico. Este movimiento causaba el despegue de las capas liásicas y jurásicas sobreyacentes, más duras, que fueron en parte desplazadas de su posición originaria y en parte recubiertas por las arcillas triásicas. En su camino hacia el Norte, la colada recubría depósitos más modernos, englobando a veces una parte de ellos. El movimiento, favorecido por la orogénesis existente, continuó todavía hasta el principio del Mioceno terminal. Un claro ejemplo de este fenómeno se observa en el borde meridional del Valle del Guadalquivir, en la Sierra de Gilbalbín, que corresponde a una gran masa exótica de terrenos que van del Jurásico superior al Eoceno, rodeada por arcillas abigarradas del Triásico y "flotante" encima de ellas.

En profundidad, tenemos la evidencia del sondeo de Chiclana, que cortó una serie desordenada y revuelta de terrenos pertenecientes al Mioceno inferior, Oligoceno, Paleoceno, Cretácico superior y Triásico, con un total de 1.000 metros de espesor, y del sondeo de Bornos, que, después de 450 metros de margas autóctonas del Andaluciense y Tortoniense, encontró 2.500 metros de arcillas rojo-vino del Triásico, en las cuales los testigos pusieron de manifiesto en varios niveles la presencia de foraminíferos del Paleoceno y del Senoniense. Prácticamente, toda la faja subbética que nos interesa está desplazada, y una prueba más la tenemos en el sondeo de Nueva Carteya, ya en la provincia de Córdoba, en un sector donde era de esperarse una cierta tranquilidad, y en el cual, sin embargo, se encontró una sucesión Cretácico-Jurásica resbalada sobre el Mioceno.

Las manifestaciones petrolíferas de la zona subbética están casi todas ligadas al Triásico. Escasas en la parte oriental, son muy frecuentes en la occidental. En el extremo Este, cerca de Jaén, se encontraron gases debajo del Eoceno, en calizas gris-oscuras, brechiformes, del supratriásico. Todavía en calizas oscuras y brechiformes, cuyo sustrato corresponde al Triásico, se descubrieron trazas de petróleo en Porcuna y petróleo también en el Triásico de Almenidilla. Al Oeste, en el sector de Ronda, tenemos impregnaciones bituminosas en margas y calizas del Liásico y del Jurásico, y en margas y calizas miocénicas. Aunque no existieran estructuras favorables, se efectuó un sondeo de 500 metros, sin éxito. De otras manifestaciones, conocidas desde antiguo, hemos hablado al principio de este trabajo.

Por cuanto concierne a la investigación de la zona subbética, podemos considerar dos sectores. Uno, interior, formado en su mayoría por terrenos liásicos y jurásicos, bien expuestos pero trastornados, que presenta principalmente problemas de condiciones tectónicas y necesita detallados estudios geológicos.

Otro sector, de interés más amplio, corresponde a todo el frente septentrional. Admitida la hipótesis de la existencia de un extenso manto de corrimiento triásico, nos encontraríamos en condiciones de investigación comparables con las específicas del borde de una "nappe". El Trías subbético está lleno de manifestaciones de petróleo, ¿son ellas propias

de esta formación o su origen es debido a la "mineralización" de terrenos mesozoicos, y quizás terciarios, recubiertos por las arcillas triásicas? Este interrogante puede, evidentemente, encontrar una respuesta solamente en perforaciones que coronen una investigación geológica muy diligente y una prospección geofísica que pueda superar las dificultades de los recubrimientos superficiales y sea capaz de poner en evidencia, en profundidad, las eventuales situaciones estructurales favorables.

Campo de Gibraltar.

Esta zona se caracteriza por la presencia de una potente serie de areniscas, las "areniscas del Algibe", cuyo espesor puede sobrepasar los 2.000 metros. Se admite una posible edad inframiocénica (u oligocénica).

Las "areniscas del Algibe" se encuentran encima de un sustrato formado en su mayoría por arcillas rojas y verdosas, generalmente hojosas, fracturadas, y con superficies brillantes. También se encuentran margas con intercalaciones de areniscas y alternancias de areniscas, calizas margosas y margas, a veces con yeso.

Todo este conjunto se conoce con el nombre de "flysch eoceno", pero, en realidad, comprende varios términos geológicos, que van del Mioceno inferior al Jurásico.

Como consecuencia de la historia geológica de la zona, dichos sedimentos están variadamente plegados, y localmente quizás doblados, con el resultado de que es muy difícil separarlos y distinguirlos, y estas dificultades se acrecientan por la relativa escasez de afloramientos, debida al recubrimiento de la vegetación. La escasez, y prácticamente ausencia, de macrofósiles, obliga al empleo casi exclusivo de la microfauna para conocer la edad de los depósitos.

Estudios recientes llevados a cabo, sobre todo, por el grupo "Paul Fallot", dirigido por M. Durand Delga, y debidos en su mayoría a J. Didon y P.Chauve, han llegado a la conclusión de que existen varias unidades alóctonas, desplazadas en el curso de los tiempos de su posición original, que se quiere localizar más al SE.

Los sondeos realizados aportan datos valiosos para un mejor conocimiento de las condiciones geológicas de la región gaditana, alimentando también, con sus resultados, la esperanza del posible hallazgo de algún yacimiento de hidrocarburos.

En el sondeo de Almarchal se cortaron varios niveles de areniscas con gas en el "flysch", en el cual se observaron, sin embargo, complicaciones tectónicas.

Los sondeos de Cerro Gordo, situados en el margen oriental del Campo de Gibraltar, cortaron en la parte superior arcillas verdes y rojas del Oligoceno y Eoceno, calizas del Eoceno y del Cretácico superior, que podrían corresponder a la llamada "Unidad de Algeciras". A continuación se encontró la serie penibética, con vistosas manifestaciones de petróleo en las calizas del Dogger superior, y también en el Triásico.

Los sondeos de Tarifa, situados en el valle del río de la Jara, entre los dos grandes bloques de "areniscas del Algibe", de la Sierra de Salaviciosa y de la Sierra de Saladavieja, demostraron la existencia de una sucesión continua del Cretácico superior, con capas muy inclinadas y afectadas por fallas. Se tiene así otra confirmación de la complejidad de la geología del Campo de Gibraltar y de la dificultad de los estudios que se vayan a emprender.

Un hecho saliente de los sondeos de Tarifa fue la presencia constante de hidrocarburos. En todos los testigos, examinados con la lámpara de Wood, se observó fluorescencia, y las rocas sometidas a destilación, acusaron la presencia de hidrocarburos, desde la primera muestra hasta el final. Se trata de margas con aspecto de roca madre, y sería de sumo interés localizar, encima o dentro de esta formación, capas porosas que pudieran constituir un almacén.

El inventario de las manifestaciones de superficie y los resultados de los sondeos, concentran el interés petrolífero del Campo de Gibraltar en las formaciones del Triásico y del Jurásico medio, que han revelado la presencia de petróleo y del "flysch" cretácico y paleógeno, con petróleo y gas.

La orientación de la investigación puede, por consiguiente, dirigirse tanto hacia las formaciones de cobertera, más o menos alóctonas, como hacia el substrato, posiblemente autóctono.

Las complicaciones geológicas que afectan a la región gaditana hacen muy difícil la elección de los puntos más adecuados para la ubicación de un sondeo, y poca ayuda parece poder ofrecer la geofísica.

La gravimetría sirve más bien, como es sabido, para un reconocimiento preliminar regional, y, además, su realización tropieza con las dificultades del acentuado relieve morfológico del Campo de Gibraltar. La estructura morfológica limita también las posibilidades de investigación sísmica, necesariamente circunscrita a las zonas llanas. En la zona de Cerro Gordo, en condiciones muy difíciles de trabajo para el desplazamiento de los equipos sísmicos, se logró obtener algunos resultados, debido al hecho de que estamos en un sector marginal, donde el paquete calizo se encuentra a profundidades inferiores a los 1.000 metros. Pero allí donde las masas plásticas del "flysch" alcanzan espesores mayores, las reflexiones se absorben, debido a las características intrínsecas de esta formación y también al repliegue que la afecta, y los resultados geofísicos son prácticamente nulos.

Creemos que una vez superadas estas dificultades, hecho que puede esperarse del continuo progreso de la metodología, la investigación de la zona del Campo de Gibraltar podría presentar posibles favorables perspectivas.

BIBLIOGRAFIA

Chauve, P.: *Structure de la region centrale de la province de Cadix (Espagne)*. Livre Mém. Prof. P. Fallot, 1, páginas 257-264. "Mém. Soc. Geol. France (1960-1962).

Drake, C. L.; Gaibar-Puertas, C.; Nafe, J. E.; Langseth, M.: *Estudios de prospección sísmica por refracción en el Golfo de Cádiz*. "Rev. Geofís. I. N. G.", tomo XVIII, n. 70, Madrid (1959).

Gavala, J.: *Regiones petrolíferas de Andalucía*. "Bol. Inst. Geol. de España", t. XXXVII, Madrid (1917).

— *La falla del Guadalquivir*. "Rev. Real Aca. Cienc. Ex., Fís., Nat.", t. LV, cuad. 1, pp. 141-143, Madrid (1961).

Gavala, J.; Ríos, J. M.: *Actividades de Adaro y Valdebro en la investigación de hidrocarburos*. "Notas y Com. IGME", n. 38, Madrid (1955).

Kockel, F.: *Fazies und Tektonik in Miozän am S-Rand der Sierra Morena zwischen Lora del Río (Sevilla) und Posadas (Córdoba)*. "Sonderdr. Geolog. Rund.", Band 56, pp. 748-791, Stuttgart (1967).

Perconig, E.: *La tectónica del Mioceno de la cuenca del Guadalquivir (España meridional)*. II Coloq. C. M. N. S., Madrid, 1961, Cursillos y Conf. Inst. Lucas Mallada, C. S. I. C., t. IX, pp. 271-273 (1964).

— *Sur la constitution géologique de l'Andalousie occidentale, en particulier du bassin du Guadalquivir (Espagne méridionale)*. Livre mem. Prof. Fallot, Soc. Géol, France, t. I, pp. 229-256 (1960-1962).

— *Sobre la edad de la transgresión del Terciario marino en el borde meridional de la Meseta*. I Cong. Hisp. Luso-Amer. Geol. Econ., E-1-29, pp. 309-319, lám. 3-6 (1971).

Prieto, I.; Lizaur, J.: *Notas sobre el Mioceno del valle bético. Sondeo de Bujalance*. "Bol. Inst. Geol. Min. Esp.", t. LXII, Madrid (1949).

Querol, R.: *Relación de las principales actividades para la investigación de hidrocarburos llevadas a cabo en España en 1969*. "Industria Minera", n. 117, nov.-dic. 1970. Madrid.

— *Id. id. en 1971*. "Industria Minera", n. 130, abril 1972.

— *Id. id. en 1972*, "Industria Minera", n. 139, abril 1973.

Ríos, J. M.: *Relación de los principales sondeos para investigación de petróleos llevados a cabo en España desde 1938*. Notas y Comp. IGME, n. 50 (1958).

— *Relación de los principales sondeos para investigación de petróleos llevados a cabo desde 1939 hasta mayo de 1960*. Notas y Com. IGME, n. 59 (1960).

— *Id. id. en 1960*. Notas y Com. IGME, n. 63 (1961).

— *Id. id. en 1961*. Notas y Com. IGME, n. 66 (1962).

— *Id id. en 1965*. Notas y Com. IGME, n. 87 (1966).

— *Relación de las principales actividades para la investigación de hidrocarburos llevadas a cabo durante 1967*. "Industria Minera", n. 94 (1968).

— *Id. id. en 1968*. "Industria Minera", n. 103, abril 1969.

Sección de Prospección de Hidrocarburos de la Dirección General de Energía: *Relación de las principales actividades para la investigación de hidrocarburos llevadas a cabo en España en 1973*. "Industria Minera", n. 151, julio-agosto 1974.

— *Id. id. en 1975*. "Industria Minera", n. 167, mayo 1976.

Recibido: Mayo 1977.

Boletín Geológico y Minero. T. LXXXVIII-V. Año 1977 (434-445).

Mineralogía de las rocas de caja de los yacimientos de hierro en los alrededores de Ponferrada (León)

Por R. LUNAR HERNANDEZ (*) y M. D. RUIZ CRUZ (*)

RESUMEN

El gran interés científico y económico de los yacimientos de hierro del NW de la Península y el origen sedimentario que se les ha atribuido, nos ha lleva a estudiar la mineralogía de las Pizarras de Luarca, en las proximidades de la mineralización en la zona comprendida entre Ponferrada y Astorga.

Del estudio mineralógico y petrológico de esta roca de caja se han podido obtener conclusiones acerca de las condiciones de sedimentación y modificaciones posteriores: diagénesis y metamorfismo. Se establecen las paragénesis minerales características del metamorfismo regional y las del metarmorfismo de contacto en la zona próxima a Ponferrada.

ABSTRACT

The great cientific and economic interests of iron ore deposits in the N.W of Suain and those sedimentary origin atribuited to them have conducted us to study the mineralogy of the Pizarras de Luarca near the mines in the area between Ponferrada and Astorga.

From both the mineralogical and petrological studies of the host tock have been made conclutions about the sedimentary, diagenetic and metamorphic conditions.

The minerals uaragenesis of the regional and contac metamorphism are established.

1. INTRODUCCION.

El estudio de yacimientos de hierro del NW de la Península ha sufrido un gran impulso en los últimos años, debido al indudable interés que encierran. Estos yacimientos constituyen un metalatectolito-estratigráfico, asociado normalmente al miembro medio de la Formación de las Pizarras de Luarca. La sedimentaci5n de esta Formación ha sido completa y continua en todo el NW de la Península, aunque con distinta intensidad. En la zona comprendida entre Ponferrada y Astorga esta Formación adquiere gran desarrollo.

La mineralogénesis de los yacimientos de hierro asociado a esta Formación ha sido objeto de la Tesis Doctoral de la primera de las firmantes (R. LUNAR, 1977). En el referido trabajo se puso de manifiesto la influencia de la mineralogía de la roca de caja en la mineralización. Aquí pretendemos presentar un estudio detallado de la mineralogía de esta roca de caja en los alrededores de Ponferrada (León). La situación de la zona objeto de estudio se expone en la figura 1.

Las muestras que se han estudiado están situadas a uno y a dos metros del muro de la capa más importante de hierro, o de la única capa cuando sólo existe una. Todas ellas corresponden a sondeos realizados por el IGME-ADARO (1975), cuya situación se puede ver en la figura 1. Una columna detallada de la Formación Pizarras de Luarca en la zona de Ponferrada, se presenta en la figura 2. Esta columna queda limitada al tramo medio de esta Formación, en la que, como ya se ha indicado, aparece el hierro. Por esta razón, la cuarcita armoricana de la base y las cuarcitas y pizarras del silúrico no aparecen representadas.

(*) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Universidad de Madrid.

2. ANTECEDENTES.

Sin detenernos a exponer los numerosos estudios estratigráficos y tectónicos realizados, sobre todo en los últimos años, en esta región del noroeste de la Península, pasamos brevemente a citar los principales trabajos que se ocupan de la mineralogía y petrología de esta zona.

Gran parte de los estudios petrológicos realizados en la Zona Gallega o Asturiana incluyen la Formación Pizarras de Luarca; no obstante, la zona que aquí se estudia sólo ha sido tratada con cierto detalle por A. ARGÜELLES (1975).

Sin embargo, algunos de los trabajos en que se define esta Formación nos han sido de gran utilidad, como los de MATTE (1968), CAPDEVILLA (1969), MARCOS (1973, etc.

CAPDEVILLA (1969) observa en esta Formación las siguientes asociaciones mineralógicas (para el Domo de Lugo):

cuarzo + moscovita + clorita.

cuarzo + moscovita + clorita + albina (rara)

que definen un metamorfismo de bajo grado (epizona).

MARCOS (1973) estudia la zona situada al Norte del Coto San José, y respecto a las Pizarras de Luarca concluye que, en la mayor parte, se trata de pizarras negras, lustrosas y masivas, ricas en piritas y, generalmente, con facies arenosas hacia la base y el techo. Esta Formación, según MARCOS (ibíd), con poco material clástico, presencia de materia orgánica y sulfuros de hierro, así como ausencia de carbonatos es típica de sedimentos depositados en un medio euxínico.

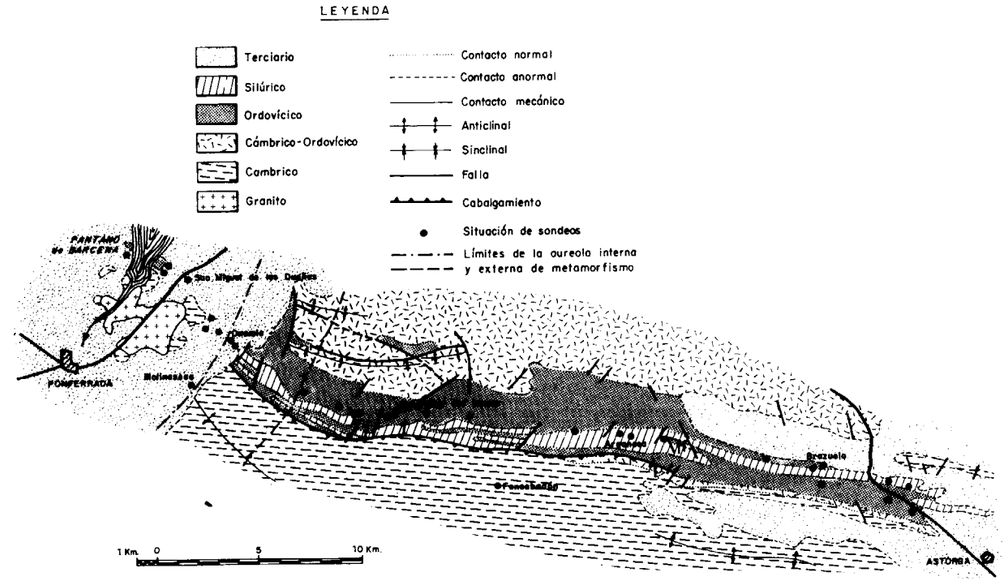


Figura 1

Esquema geológico de la zona comprendida entre Ponferrada y Astorga, objeto de este estudio. Aparece marcada la situación de los sondeos donde se han recogido muestras y la situación de la columna que se representa en la figura 2. En las proximidades de Ponferrada se ha dibujado el límite probable de la aureola de metamorfismo de contacto.

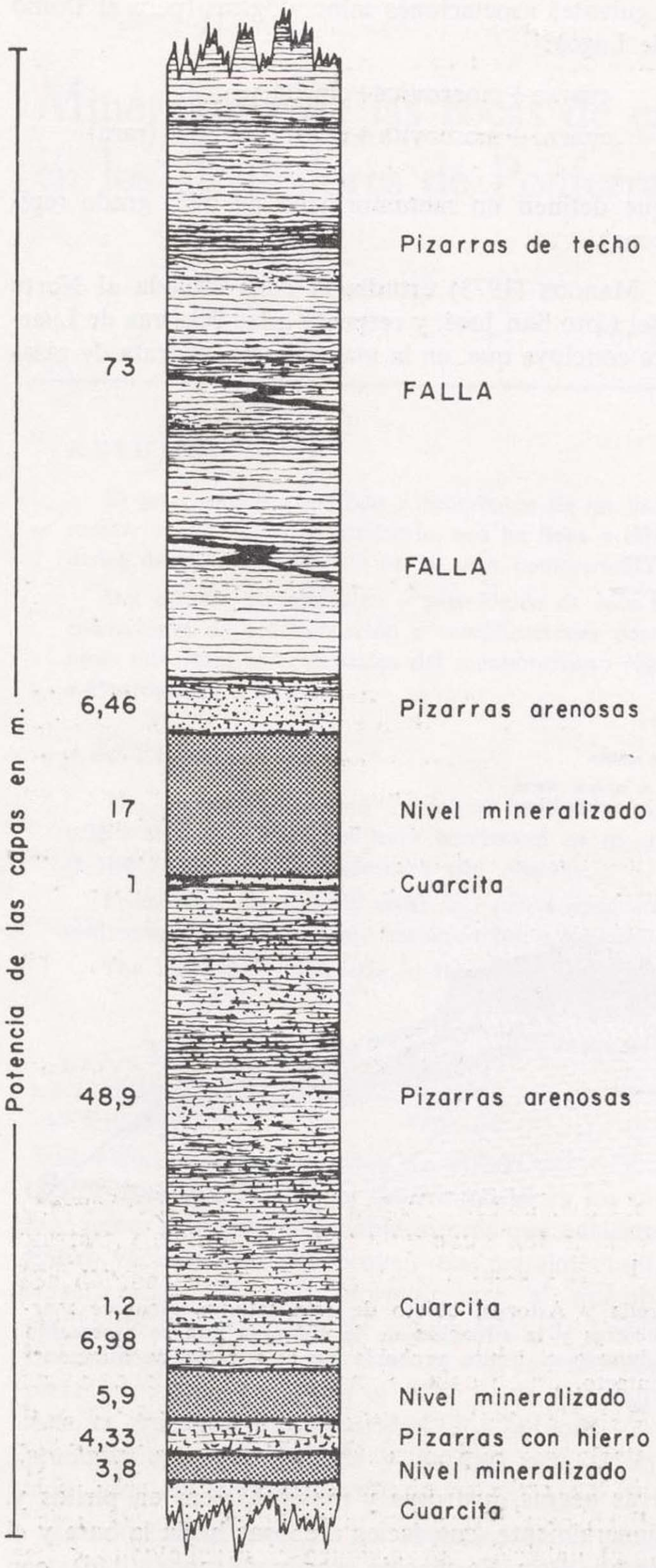


Figura 2

Se representa en esta figura una de las columnas litológicas realizadas a partir de sonderos (IGME, ADARO), que abarca el tramo medio de la Formación "Pizarras de Luarca"

Una de las firmantes (R. LUNAR, 1977) hace un estudio mineralógico regional de la Formación Pizarras de Luarca, distinguiendo en la zona de Ponferrada-Astorga tres tramos concordantes entre sí: un tramo inferior, constituido por pizarras negras grafitosas con cloritoide; un tramo medio, de pizarras arenosas de colores grises con alternancia de lechos pelíticos y samíticos, en el que aparecen las capas de hierro, y un tramo superior, de pizarras grises satinadas.

ASENSIO (1975) realiza un estudio petrológico de esta Formación en la zona del Coto San José. Establece un metamorfismo regional poco intenso, originado por presiones moderadas y temperaturas bajas, correspondiente a la facies de los esquistos verdes,zona de la clorita, con la siguiente asociación mineralógica:

moscovita + clorita + cloritoide.

3. ROCAS DE METAMORFISMO REGIONAL.

A) ESQUISTOS.

Incluimos bajo la denominación general de esquistos dos grupos de rocas que poseen de visu características semejantes, pero cuya composición mineralógica permite diferenciarlas.

El primer grupo lo hemos clasificado como cloritaesquistos y el segundo como micaesquistos (fig. 3).

1) *Cloritaesquistos.*—Son rocas de grano fino, de color oscuro (verdoso) y con una esquistosidad clara a todas las escalas, a menudo deformada. Exis-

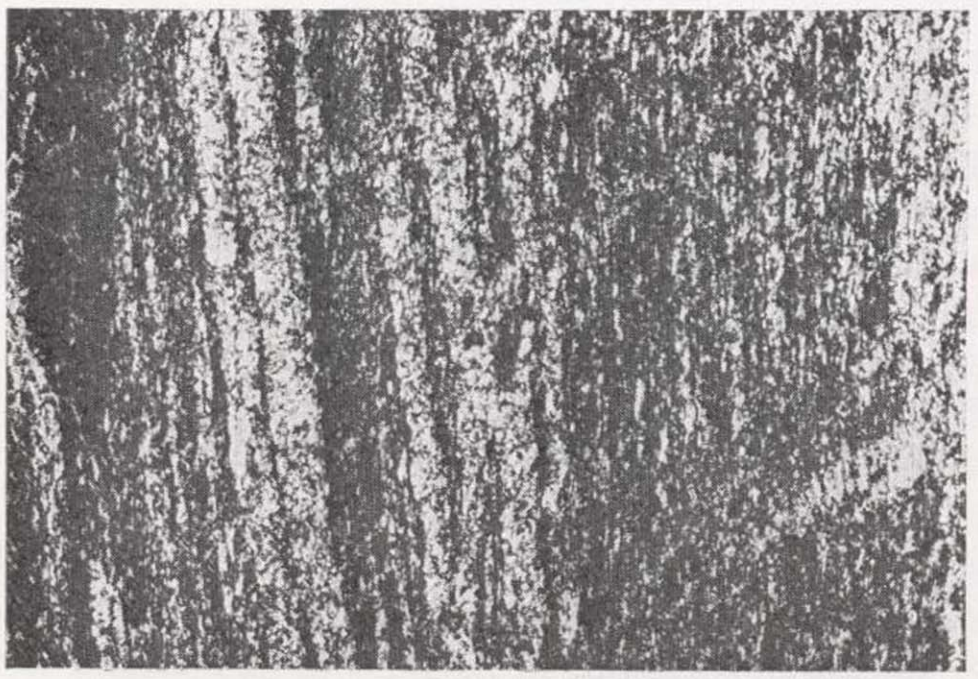


Figura 3

Aspecto microscópico de un cloritaesquisto (NP × 65)

te también una fracturación observable, que en algunos casos parece casi penetrativa.

Los cloritaesquistos aparecen con más frecuencia a un metro de la mineralización, pudiéndose clasificar como micaesquisto la roca tomada en el mismo sondeo a dos metros de la mena. A veces, no obstante, a dos metros continúan existiendo cloritaesquistos.

En este tipo de rocas es frecuente observar lechos alternantes claros y oscuros, de composición mineralógica diferente, dispuestos paralela o subparalelamente a la esquistosidad principal, que representarían, en gran parte, el bandeado original. El color diferente se debe, sobre todo, a la mayor abundancia de cuarzo en los lechos claros, y de grafito y menas metálicas en los oscuros (fig. 4). En ciertos casos, los lechos más oscuros están constituidos fundamentalmente por clorita. Los lechos claros son de espesor variable, y los granos de cuarzo se concentran, formando lentejones pequeños, alrededor de los cuales se adaptan los minerales micáceos. En estos lechos, de granulometría más grosera, es donde se concentran los minerales accesorios: circón, rutilo, turmalina, etc.

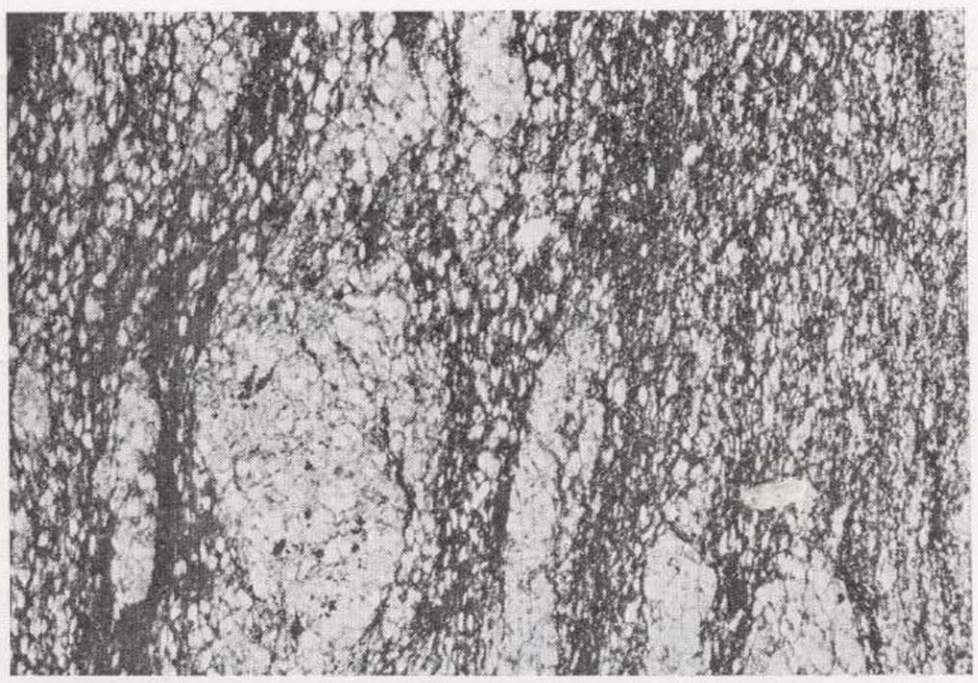


Figura 4

Aspecto que frecuentemente presenta el cuarzo en los esquistos. Las micas, el grafito y los opacos se adaptan a la forma de los lentejones de cuarzo

En los lechos oscuros, de esquistosidad perfectamente marcada, junto con el grafito y los opacos, encontramos carbonatos y micas blancas.

Desde el punto de vista mineralógico, la clorita es el componente fundamental. En algunas muestras constituyen el 90 por 100, pudiéndose clasificar como cloritocitas (fig. 5).

El cuarzo es un componente esencial de todas las muestras estudiadas, de modo que se puede considerar, en general, como el segundo mineral en importancia, después de las cloritas.

Del resto de los minerales, el grafito y las menas metálicas son los más abundantes, apareciendo los demás como accesorios: mica blanca, apatito, turmalina, circón, rutilo, est.

A continuación se hace una descripción microscópica, con mayor detalle de las características de cada mineral.

Clorita.

Como ya se ha señalado anteriormente, en algunas muestras es el constituyente casi exclusivo (figura 5).

La orientación paralela de las láminas de cloritas, generalmente mal individualizadas, define claramente un plano de esquistisidad, S_1, el cual frecuentemente aparece deformado, mostrando ligeras ondulaciones o, en casos más avanzados, intensamente replegada. En algunos casos se puede observar una segunda esquistosidad, S_2. En ciertas muestras se observan cloritas de una generación posterior, formando láminas de pequeño tamaño y sin una orientación preferente, lo que indica claramente su origen postectónico.

Por difracción de rayos X, en muestras que primero fueron concentradas por separación magnéti-



Figura 5

Cloritacita. En la parte inferior derecha puede observarse el aspecto de un agregado de cristales de apatito. Pueden observarse también cristales tabulares orientados Según S_1 de ilmenita (NP × 100)

ca, se ha determinado (LUNAR, R., 1977), en diagramas de agregado orientado, la especie de clorita, resultando ser *pseudo-turingita*. La identificación de este mineral en los difractogramas se realizó basándonos en la cantidad de aluminio sustituyendo al silicio en la capa tetraédrica (Al^{IV}), de acuerdo con BRINDLEY (1861); de aluminio total (Al^{IV} Al^{VI}), siguiendo la fórmula de ALBEE (1962) y número de átomos pesados en la capa octaédrica, según el método de PETRUK j1964)

Cuarzo.

Componente esencial de la mayoría de los cloritaesquistos, presenta extinción ondulante, como consecuencia de las deformaciones mecánicas que han sufrido estas rocas. A veces, el tamaño de grano es muy pequeño, por trituración.

Los lechos claros compuestos, como ya se ha señalado, casi exclusivamente por cuarzo, presentan textura granoblástica orientada con laminillas de clorita, dispuestas paralelamente; los granos de cuarzo suelen tener un tamaño mayor en los lechos claros que en los ocuros y una forma más redondeada, pudiéndose observar una orientación cristalográfica marcada de acuerdo con la esquistosidad. Es frecuente, además, que estos granos de cuarzo estén recrecidos por laminillas de clorita (grietas), que les dan aspecto "de fleco".

Aparecen también grietas rellenas de cuarzo movilizado, seguramente de origen metasomático, grietas que pueden tener distintos tamaños.

Minerales opacos.

Los minerales opacos están presentes en todas las muestras, siendo en algunas muy abundantes.

Se diferencian tres generaciones: unos que marcan la esquistosidad, S_1; otros que marcan la S_2, y por último algunos posteriores a las dos. Estos minerales son: magnetita, ilmenita, algo de pirita, etc.

Los cristales de ilmenita tienen distinto origen. Hay ilmenitas de origen primario, que son afectadas por las fases de deformación que han sufrido estas rocas, observándose cristales tabulares de ilmenita adaptados a la esquistosidad. Existen también cristales de ilmenita posteriores a las esquistosidades S_1 y S_2, de origen, posiblemente, hidrotermal, y normalmente relacionados con fracturas.

A veces, estos minerales opacos se asocian a los carbonatos.

En las muestras no recogidas en sondeos la limonita es muy abundante, por alteración de los minerales que contienen hierro, impregnando todos los minerales, y dando un color parduzco a la lámina transparente.

Accesorios.

Apatito.—Es un mineral poco abundante en los cloritaesquistos, en relación con el contenido que presentan las rocas que se describirán más adelante (rocas de textura oolítica). Por ello, las características ópticas y químicas se expondrán en el apartado correspondiente a estas rocas.

En los cloritaesquistos, el apatito aparece en forma de agregados de pequeño tamaño distribuidos irreglarmente en la roca.

Feldespatos.—Los feldespatos los citamos como accesorios, porque son muy poco frecuentes en este tipo de rocas. El fesdespato potásico no se ha observado en estas muestras. La plagioclasa, sin embargo, sí se ha encontrado, en forma de pequeños cristales con maclas polisintéticas, y su determinación óptica permite decir que se trata de oligoclasa próxima a la albita.

Circón.—Aparece en forma de pequeños y abundantes granos detríticos concentrados preferentemente en los lechos claros. Cuando aparecen incluidos en la clorita, presentan los conocidos halos pleocroicos.

Turmalina. — Mineral detrítico que también se concentra normalmente en los lechos claros, y que se presenta en forma de granos redondeados de pleocroísmo débil.

Minerales de titanio.—La descripción de la ilmenita se ha realizado al tratar de los minerales opacos, por lo que nos limitaremos a exponer algunas de las características del rutilo y de la esfena.

El rutilo aparece en forma de pequeños granos, de relieve elevado, asociado al resto de los minerales detríticos en los lechos claros, por lo que es lógico pensar en un origen común para todos ellos.

Por el contrario, la esfena, que aparece con formas cristalográficas definidas y asociadas a vetas de cuarzo, tiene claramente un origen secundario, al menos en la mayor parte de los casos.

Zeolitas.—En algunas muestras se ha observado la presencia de minerales radiado-fibrosos, que aparecen casi exclusivamente rellenando parte de las grietas que las atraviesan, o impregnando en mayor o en menor medida la roca. La determinación óptica y los diagramas de *R-X* no nos permiten identificar la especie mineral de que se trata, pero las principales reflexiones parecen indicar que se trata de uno o varios minerales del grupo de las zeolitas Su origen es claramente secundario.

2) *Micaesquistos.*—El tamaño de grano y la textura son semejantes a los cloritaesquistos, aunque aquí es menos frecuente la presencia de lentejones constituidos casi únicamente por cuarzo. La esquistosidad en estas rocas aparece marcada más aún que en el caso anterior (fig. 6).

Mineralógicamente, estas rocas están constituidas por cuarzo, micas blancas, óxidos de hierro y grafito. Como minerales accesorios: clorita, apatito, circón, rutilo, turmalina, etc.

El grafito y los óxidos de hierro son los minerales que normalmente marcan S_1. Estos lechos de grafito y menas metálicas con frecuencia aparecen deformados, observándose micropliegues (fig. 6).

En casi todas las rocas, una segunda esquistosidad, S_2, viene marcada por la cristalización de micas blancas, a veces con grafito (fig. 7).

Como el cuarzo y el resto de los constituyentes de estas rocas ya han sido descritos anteriormente, nos limitamos a exponer algunas características de la mica blanca.

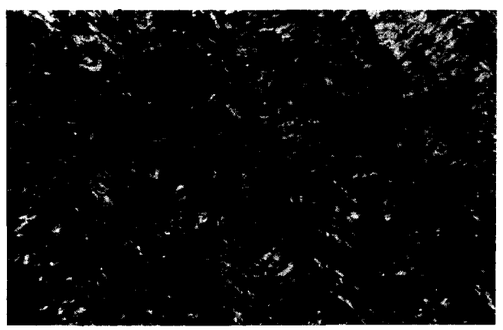


Figura 6

Puede observarse en esta fotografía de un micaesquisto la profunda deformación de S_1 (subhorizontal) y el crecimiento de cristales de mica y opacos siguiendo S_2 (subvertical) (NC×100)

Moscovita.

Forma laminillas de pequeño tamaño, que definen la esquistosidad S_1, asociado a menas metálicas, y también forma láminas más individualizadas, que marcan una esquistosidad, S_2. Otras veces forma placas de recristalización posterior a S_2 y con una dirección parecida (fig. 7).

Los resultados obtenidos mediante difracción de *R-X* (medida de *d*(002) por ejemplo) parecen indicar que la única mica blanca presente es la moscovita. Finalmente, algunas de las grietas que atraviesan las rocas y que poseen cuarzo como componente fundamental pueden aparecer acompañadas por moscovita, de origen secundario.



Figura 7

Crecimiento de grandes láminas de moscovita en un micaesquisto, sin relación con las direcciones de esquistosidad. Puede observarse la diferencia de tamaño entre estos cristales claramente posterior y las micas que marcan S_1 (NC×100)

B) CUARCITAS.

En este apartado incluimos no sólo las cuarcitas propiamente dichas, sino también aquellas rocas de transición con los esquistos, ricas en cuarzo, pero con cierta proporción de minerales micáceos. En algunas de las cuarcitas estudiadas, el mineral micáceo principal es la mica blanca, mientras que en otras es la clorita el filosilicato más abundante.

Presentan estas rocas colores claros (blanco a pardo amarillento) y textura granoblástica, parcialmente orientada, heterométrica y generalmente de grano fino.

cen casi exclusivamente rellenando parte de las grietas que las atraviesan, o impregnando en mayor o en menor medida la roca. La determinación óptica y los diagramas de *R-X* no nos permiten identificar la especie mineral de que se trata, pero las principales reflexiones parecen indicar que se trata de uno o varios minerales del grupo de las zeolitas Su origen es claramente secundario.

2) *Micaesquistos.*—El tamaño de grano y la textura son semejantes a los cloritaesquistos, aunque aquí es menos frecuente la presencia de lentejones constituidos casi únicamente por cuarzo. La esquistosidad en estas rocas aparece marcada más aún que en el caso anterior (fig. 6).

Mineralógicamente, estas rocas están constituidas por cuarzo, micas blancas, óxidos de hierro y grafito. Como minerales accesorios: clorita, apatito, circón, rutilo, turmalina, etc.

El grafito y los óxidos de hierro son los minerales que normalmente marcan S_1. Estos lechos de grafito y menas metálicas con frecuencia aparecen deformados, observándose micropliegues (fig. 6).

En casi todas las rocas, una segunda esquistosidad, S_2, viene marcada por la cristalización de micas blancas, a veces con grafito (fig. 7).

Como el cuarzo y el resto de los constituyentes de estas rocas ya han sido descritos anteriormente, nos limitamos a exponer algunas características de la mica blanca.



Figura 6

Puede observarse en esta fotografía de un micaesquisto la profunda deformación de S_1 (subhorizontal) y el crecimiento de cristales de mica y opacos siguiendo S_2 (subvertical) (NC× 100)

Moscovita.

Forma laminillas de pequeño tamaño, que definen la esquistosidad S_1, asociado a menas metálicas, y también forma láminas más individualizadas, que marcan una esquistosidad, S_2. Otras veces forma placas de recristalización posterior a S_2 y con una dirección parecida (fig. 7).

Los resultados obtenidos mediante difracción de *R-X* (medida de *d*(002) por ejemplo) parecen indicar que la única mica blanca presente es la moscovita. Finalmente, algunas de las grietas que atraviesan las rocas y que poseen cuarzo como componente fundamental pueden aparecer acompañadas por moscovita, de origen secundario.

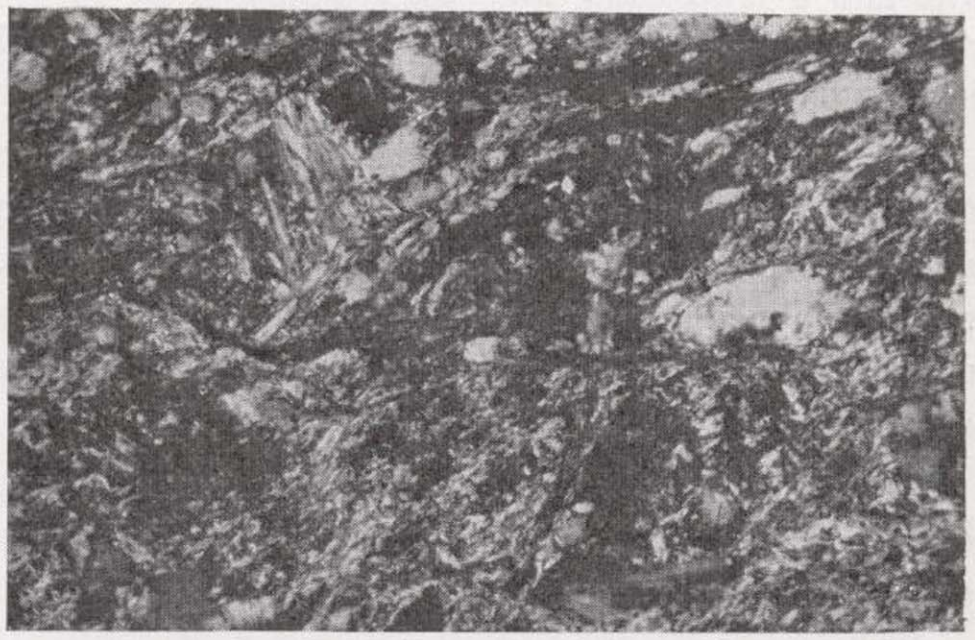


Figura 7

Crecimiento de grandes láminas de moscovita en un micaesquisto, sin relación con las direcciones de esquistosidad. Puede observarse la diferencia de tamaño entre estos cristales claramente posterior y las micas que marcan S_1 (NC× 100)

B) CUARCITAS.

En este apartado incluimos no sólo las cuarcitas propiamente dichas, sino también aquellas rocas de transición con los esquistos, ricas en cuarzo, pero con cierta proporción de minerales micáceos. En algunas de las cuarcitas estudiadas, el mineral micáceo principal es la mica blanca, mientras que en otras es la clorita el filosilicato más abundante.

Presentan estas rocas colores claros (blanco a pardo amarillento) y textura granoblástica, parcialmente orientada, heterométrica y generalmente de grano fino.

Se puede apreciar un bandeado alternante que puede ser una estratificación original. Son lechos cuarcíticos con minerales de hierro y micas intersticiales y otros micáceos más estrechos formados por pequeñas láminas de mica y escaso mineral de hierro.

Puede apreciarse una ligera esquistosidad S_1 marcada por las micas principalmente. S_2, muy débil, sólo es visible con dificultad en algunas zonas en las que se concentran las micas.

En cuanto a la composición mineralógica, el cuarzo, mineral más abundante, no es raro que esté acompañado de mica blanca, minerales de hierro, gráfito y, a veces, cloritas. Como accesorios aparecen turmalinas, circones, apatito, epidota, posiblemente zoisita magnesiana, rutilo, frecuentemente alterado a leucoxeno, algo de albita, etc. El carbonato es en algunas muestras también un mineral importante.

Los granos de cuarzo muestran fuerte extinción ondulante y fracturas; a veces, se observan en las muestras con clorita abundante, cómo las láminas de clorita de pequeño tamaño en parte se amoldan y en parte terminan bruscamente contra estos granos de cuarzo.

Existen algunas vetas de cuarzo posteriores, que cortan la esquistosidad, acompañadas por clorita, mica blanca y carbonato.

Las micas blancas forman finas láminas, perfectamente orientadas entre las que se sitúan pequeños porfidoblastos también de mica blanca, oblicuos a los primeros. El grafito, igual que en las rocas anteriores, se dispone paralelamente a la esquistosidad.

C) MÁRMOLES SIDERÍTICOS Y ROCAS CON TEXTURA OOLÍTICA.

En este apartado se incluyen dos tipos de rocas (mármoles sideríticos y rocas con textura oolítica), con composición mineralógica, cualitativamente, semejante, pero que poseen textura diferente. Este grupo de rocas es el que predomina a un metro de la mineralización. De ellas, son mucho más frecuentes las rocas con textura oolítica.

Las rocas que hemos denominado mármol sideríticо están constituidas esencialmente por siderita, con clorita en proporción variable, siendo rara la presencia de oolitos.

Las rocas oolíticas (fig. 8) están constituidas por clorita y siderita como minerales esenciales y siempre con tevtura oolítica. Dentro de ellas, se pueden diferenciar claramente dos grupos:

1) un grupo de rocas en las que el mineral esencial es el carbonato de hierro, formando parte, tanto de la matriz como de los oolitos, y en las cuales la clorita, en muy pequeña proporción, generalmente sólo forma parte de las secuencias de los oolitos y

2) un grupo de rocas en las que el mineral esencial es la clorita, formando parte de la matriz y de las secuencias de los oolitos, y en las que la siderita es mucho menos frecuente.

En ambos tipos de rocas, la proporción de cuarzo puede ser relativamente elevada.

Somo minerales accesorios, en los dos tipos de rocas aparecen: circón, apatito, rutilo, turmalina, etcétera.

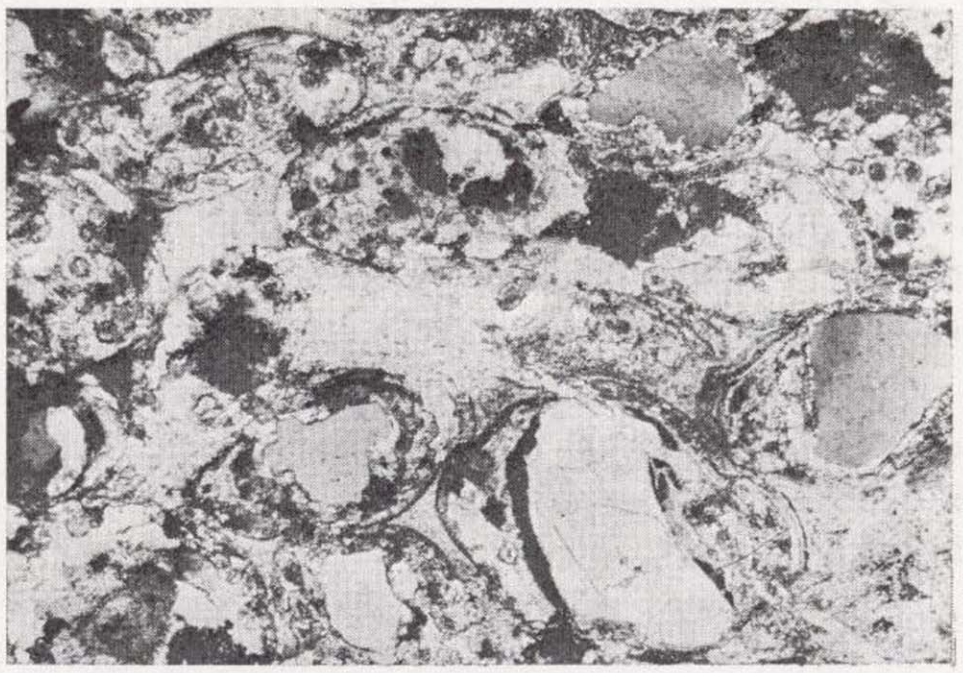


Figura 8

Aspecto de una roca oolítica en la que el núcleo de los oolitos está constituido sobre todo por cuarzo con bordes corroidos, rodeado por clorita y micas blancas. La matriz está constituida fundamentalmente por siderita (NC×65)

Mármol sideritico.

Las rocas que incluimos en esta grupo abarcan desde mármoles siderítico muy puros hasta mármoles cloríticos, que constituirán una transición con los cloritaesquistos descritos en el apartado A.

Por otra parte, presentan estas rocas una gran semejanza mineralógica con las rocas oolíticas que se describen a continuación. La textura es varia-

ble, dependiendo de la proporción de clorita. Cuando son mármoles puros, aparecen formados por grandes cristales de carbonatos, con textura granoblástica. Cuando la proporción de clorita aumenta, es frecuente que el carbonato se disponga en lechos de varios milímetros de espesor, que alternan con lechos cloríticos más delgados, que marcan perfectamente la esquistosidad.

Las características ópticas de la clorita se mantienen uniformes en todas las muestras, observándose en algunas de ellas el paso de clorita, con pleocroísmo débil y bajo color de interferencia a un mineral, con pleocroísmo más marcado y color de interferencia más alto, generalmente formando láminas de pequeño tamaño, características ópticas que han sido descritas anteriormente por CAPDEVILA (1969). Este autor observa en ciertos casos este tipo de transición entre cloritas con características ópticas ligeramente diferentes.

La determinación de siderita se ha realizado, además de por sus características ópticas, por difracción de *R-X* y tinción (método Warne).

Rocas oolíticas.

La característica fundamental de estas rocas es su textura oolítica, ya que mineralógicamente son semejantes a las anteriores.

Los oolitos suelen tener un tamaño bastante uniforme, aproximadamente 60 micras, y aparecen tramados en una matriz de clorita o siderita.

Estos oolitos no presentan siempre la misma secuencia zonal. Se han observado tipos tan diferentes como los que se exponen en la figura 15. Son frecuentes los oolitos constituidos exclusivamente por siderita, por clorita o, incluso, por apatito, pero en el caso más general aparecen constituidos por secuencias concéntricas de estos minerales. No obstante, en muchos casos, los minerales que forman estos oolitos no se disponen según este esquema, sino de forma irregular (fig. 9). La discusión del posible origen de estos oolitos se hace en el epígrafe 5.

Las características de los minerales de estas rocas (siderita y clorita fundamentalmente) ya han sido tratadas en el apartado anterior; no obstante, queremos insistir en un mineral: el apatito, que aparece en todas las rocas que hemos estudiado, pero es en este tipo donde, por su mayor abundancia y diversidad, se ha estudiado en detalle (R. LUNAR, 1977). Se presenta de varias formas:

1) En los oolitos:
   — como único constituyente de los oolitos,
   — como único constituyente de ols oolitos,
   — en el núcleo de estos oolitos,
   — como granos incluidos en los oolitos de forma irregular.

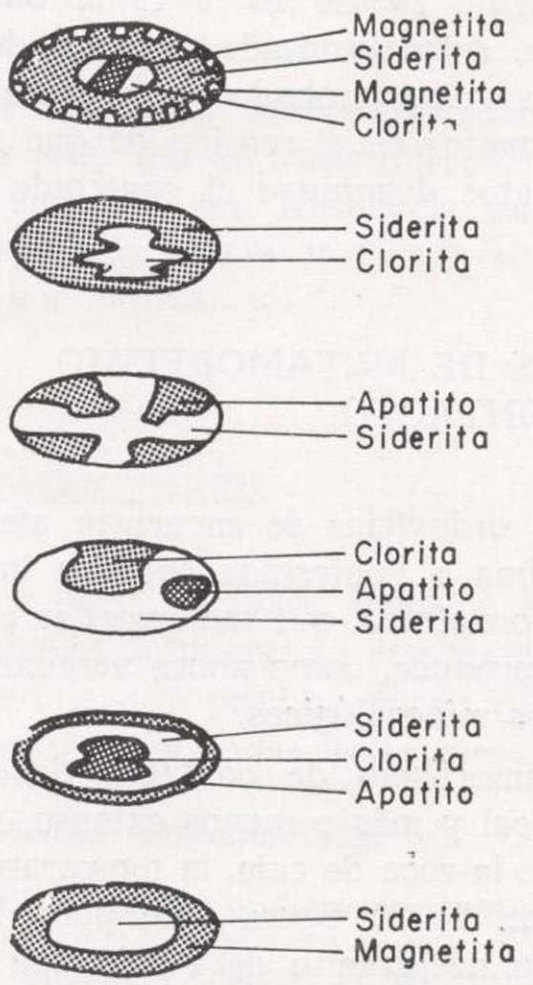


Figura 9

Esquema de la distribución mineralógica en algunos de los tipos de oolitos más frecuentes

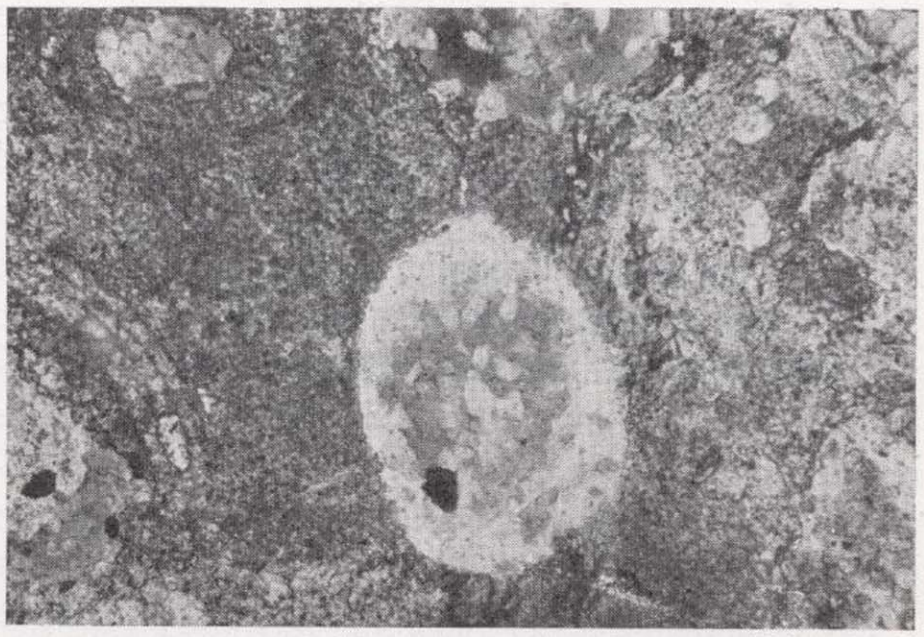


Figura 10

Aspecto con que aparece el apatito en las rocas oolíticas. El núcleo de oolito está constituido por clorita (oscuro) y la zona exterior por pequeños cristales de apatito (en la foto de color, claro). La matriz de esta roca es fundamentalmente siderita (NP × 100)

2. En la matriz:
   — formando agregados de pequeños cristales.
   — más raramente aparecen formando cristales individuales de mayor tamaño.

Por sus características ópticas han sido clasificados como carbonatos-apatitos: biáxicos-negativos, con un ángulo 2V de 10° a 15° y birrefringencia algo mayor. Además, desde el punto de vista geoquímico, se ha comprobado que el fósforo se asocia a los carbonatos en el sentido de que al aumentar los carbonatos disminuye el contenido en fósforo.

4. ROCAS DE METAMORFISMO DE CONTACTO.

La serie ordovícica se encuentra afectada en la zona próxima a Ponferrada por una intrusión granítica postorogénica, que metamorfiza esta serie pizarrosa y produce, como ahora veremos, importantes cambios minerológicos.

El metamorfismo de contacto tiene un efecto siempre local y más o menos extenso, según la naturaleza de la roca de caja, la temperatura de la intrusión, etc. En la figura 1 se puede observar la localización del granito de Ponferrada y la extensión aproximada de la aureola de metamorfismo. La extensión de esta zona de contacto se ha podido determinar gracias a los sondeos, ya que superficialmente estos materiales están recubiertos por el Terciario del Bierzo. Los efectos térmicos y metasomáticos van generalmente unidos; sus acciones se pueden extender a mayor distancia si existe fracturación que facilite la circulación de los fluidos, o bien de acuerdo con la mayor o menor porosidad de las rocas.

En el estudio microscópico que sigue, se trata de evitar, en lo posible, toda repetición de lo ya dicho al hablar del metamorfismo regional, por lo que solamente nos limitaremos a describir las variaciones introducidas por los efectos del contacto en la mineralogía inicial, prestando atención a los minerales nuevos, con el fin de evitar repeticiones.

Las principales variaciones que introduce este tipo de metamorfismo son:

1) Aparición de granates, biotita, minerales de epidota (clinozoisita, zoisita) y anfíbol (actinolita, tremolita) (fig 11).

2) Crecimiento de cristales de cloritas y micas y, en ciertos casos, disminución del tamaño de grano y sericitación.

3) Aumento de minerales opacos y disminución de carbonatos.

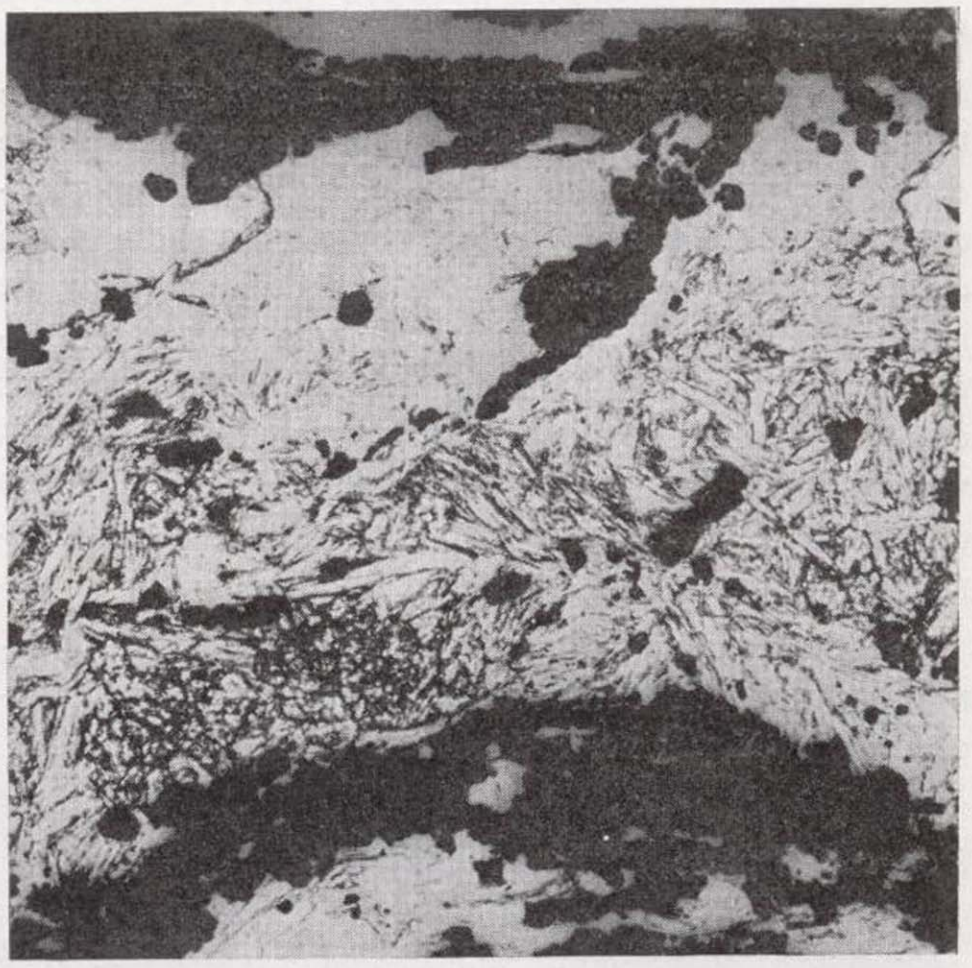


Figura 11

Crecimientos de cristales prismáticos de anfíbol (actinolita) y agregados de cristales de epidota férrica en una roca afectada de metamorfismo de contacto. En este tipo de rocas, el desarrollo de minerales opacos es considerable (NP × 65)

Las rocas de caja de la mineralización son corneanas de cuarzo-biotita y esquistos cloríticas moscqueados, con abundantes granates. Presentan textura granoblástica, heterométrica fina, orientada las primeras, y textura lepidogranoblástica los esquistos.

Cuarzo.—Es menos abundante que en las rocas anteriores y a veces se encuentra a lo largo de fracturas o removilizado.

El desarrollo de las *micas y cloritas* origina el que la esquistosidad se altere. La principal mica blanca que constituye estas rocas es la moscovita en forma de finas láminas. La sericita forma concentraciones de pequeñas láminas, que en algunos casos podrían corresponder a porfiroblascos de algún mineral metamórfico (andalucita, cordierita...), que han sido alterados.

La biotita roja y fuertemente pleocroica forma láminas anchas y cortas, que en algunas muestras están en parte cloritizadas por efecto del metamorfismo retrógrado.

Granate.—Es muy abundante en estas rocas. Forma grandes cristales idiomorfos y subidiomorfos, a los que se asocia el mineral metálico en los bordes o bien incluido en ellos. Estos granates postectónicos deforman y cortan la esquistosidad al crecer.

Otras veces son grietas de granate, de forma estrellada (fig. 12), que cortan la esquistosidad y atraviesan toda la lámina. Es frecuente observar en este caso inclusiones de minerales opacos (magnetita) orientados, de origen anterior, y restos de cloritas, posibles testigos de sus reacciones de formación. En este sentido, a veces se puede seguir, como se verá más adelante, toda una secuencia de sustitución de la clorita por granate, en la que en último término se originan oolitos constituidos por este mineral. De igual forma, se ha observado cómo en algunas láminas transparentes toda la clorita está pasando a granate, apareciendo este mineral con unas características ópticas diferentes, casi isótropo con un pleocroísmo muy débil.

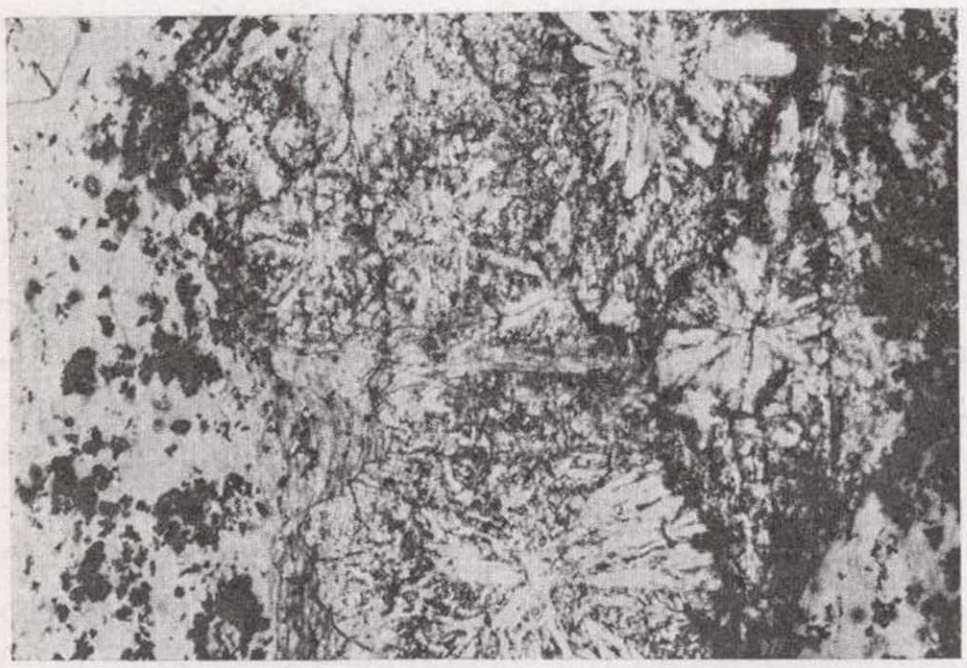


Figura 12

Granates de forma estrellada, con inclusiones de opacos, que rellenan una grieta en una roca afectada por el metamorfismo de contacto (NP × 25)

Anfíbol.—Es un mineral frecuente en las rocas de contacto. Por las características ópticas se ha determinado como anfíbil de la serie actinolita-tremolita, de color verde o débilmente coloreado, con pleocroísmo débil, y otras veces de color azul y fuertemente pleocroico. Se presenta en cristales fibrosos y prismáticos-radiales, sin ninguna orientación preferente.

A veces, estos anfíboles quedan englobados por granate, lo que podría indicar una temperatura de formación menor para el anfíbol.

El paso de laminillas de clorita a glaucofana es evidente en algunas de las muestras.

Entre los minerales accesorios, además de los comunes en este tipo de rocas (circón, rutilo, apatito, etc.), aparecen con frecuencia minerales del grupo de epidota, zoisita y clinozoisita, a veces sustituidos por biotita.

5. MINERALOGENESIS.

En primer lugar, se hace hincapié brevemente en los principales datos que se han tenido en cuenta para determinar la posible génesis de los minerales que constituyen todas estas rocas.

1. Los minerales fundamentales son:
   - — clorita y cuarzo en los cloritaesquistos,
   - — mica blanca y cuarzo en los micaesquistos,
   - — cuarzo y clorita en las cuarcitas,
   - — siderita en los mármoles sideríticos,
   - — clorita y siderita en las rocas con textura oolítica,
   - — granate, biotita, anfíboles y epidota en las rocas afectadas por metamorfismo térmico.

2. El cuarzo puede aparecer formando cristales equidimensionales, con fuerte extinción ondulante y, a veces, con orientación preferente, o bien en cristales de pequeño tamaño, debido a la trituración.

   El cuarzo que rellena grietas y venas tiene un carácter diferente. Aparece asociado a carbonatos, minerales opacos (magnetita, ilmenita, etc.) y titanita.

3. Las cloritas, las micas y el grafito (en ciertos casos la mena metálica) forma lechos constituidos por láminas paralelas que definen una o dos esquistosidades.

4. La clorita, en las rocas odíticas, aparece como matriz, cementando a los oolitos y formando parte de las mismas, con disposición diferente:

a) A veces, el oolito está constituido por un núcleo de siderita, generalmente con mena metálica, rodeado por clorita.

b) En otras casos, la clorita forma la parte central del oolito y la siderita se sitúa alrededor En este caso la mena metálica aparece también en el núcleo, en contacto con la clorita.

c) Otras veces, la clorita constituye por sí sola el oolito.

d) Frecuentemente, las láminas de clorita se disponen de forma irregular con respecto a la siderita del oolito.

Por último, queremos destacar que la clorita, que forma parte de los oolitos de la matriz, tiene características semejantes.

5. Los minerales opacos (magnetita) en las rocas oolíticas, forman secuencias dentro de los oolitos. En el resto de las rocas (no oolíticas) aparecen distribuidos, unas veces siguiendo la esquistosidad y otras cortándola.

6. El apatito, lo mismo dentro de los oolitos que en la matriz, forma agregados de pequeños cristales. A veces, incluso lo que se observa son agregados criptocristalinos e isótropos (colofana). No obstante, en las zonas afectadas por el metamormo térmico puede observarse cómo, por recristalización, los cristales de apatito aumentan de tamaño.

Los cristales de granate tienen formas idiomorfas o subidiomorfas. Frecuentemente están asociados a los minerales metálicos que aparecen incluidos, y, a veces, bordeándolos. Cortán a la esquistosidad o la deforman.

8. Los anfíboles (actinolita, tremolita) aparecen en forma de pequeñas fibras o prismas completamente desorientados.

9. Con una disposición semejante aparecen las laminillas de biotita, fuertemente pleocroicas.

Teniendo en cuenta estos hechos, se puede deducir que, en principio, se tratraba de una serie alternante constituida por tramos arcillosos y tramos arenosos, con pequeños niveles carbonatados.

Los aportes continentales debieron consistir en cuarzo, acompañado por circón, rutilo, turmalina, etcétera, así como minerales arcillosos (posiblemente ricos en montmorillonita) e hidróxidos de hierro.

Estos aportes indican que en las áreas emergidas existió una intensa alteración química, posiblemente en un clima húmedo, con precipitaciones continuas y poco violentas, ya que de lo contrario la granulometría de estas rocas sería más grosera.

El proceso diagenético, en este tipo de sedimentos, provoca la regularización de las redes de los minerales arcillosos, originando gran cantidad de clorita. Según DUNOYER (1969) la formación de la clorita comienza en gran parte durante la diagénesis y su formación continúa por efecto del metamorfismo regional de bajo grado. La siderita, según NICCOLINI (1970), es otro mineral que se origina fundamentalmente durante la diagénesis.

Por tanto, parece lógico suponer que la mayor parte de la mineralogía que actualmente se observa en las rocas oolíticas ha tenido su origen en los procesos diagenéticos.

Los oolitos, constituidos inicialmente por limonita, minerales arcillosos, fosfatos, etc., durante la diagénesis, se transformaron en oolitos constituidos por siderita, clorita, apatito, etc. No obstante, según JAMES (1954), BORCHERT (1960) y otros muchos autores, la precipitación de la siderita podría realizarse en una zona del océano intermedia entre la superior oxidante y la más profunda, de carácter reductor, sin tener que apelar al proceso diagenético hecho que pensamos (R. LUNAR, 1976) debe ocurrir en los yacimientos de hierro del NW de la Península, donde se puede observar una zonación mineralógica desde las áreas emergidas (fase de óxidos) hacia el interior de la cuenca de sedimentación (facies de carbonatos).

Los procesos metamórficos, que acompañan a la deformación hercínica, producen en este tipo de rocas una serie de modificaciones mineralógicas y texturales.

La paragénesis detectada en la zona de Ponferrada presenta muy poca variedad, debido, por una parte, a la poca variedad litológica, y por otra, al bajo y uniforme grado de metamorfismo.

Las rocas que mejor permiten deducir la evolución del proceso metamórfico son los cloritaesquistos y los micaesquistos.

A una primera cristalización cabe adjudicarse la

formación de los minerales micáceos (mica blanca y clorita), que aparecen orientados marcando perfectamente S_1. Esta orientación afecta igualmente al grafito y a gran parte de las menas metálicas.

Una primera deformación provoca el plegamiento de los lechos micáceos, así como la fracturación de los mismos.

A una cristalización posterior se debe la aparición de las láminas de mica de tamaño ligeramente superior, que marcan S_2, probablemente seguida por otra deformación (de acuerdo con las etapas de deformación que distingue MARCOS, 1973).

La paragénesis mineral característica de estas rocas:

cuarzo-clorita
cuarzo-clorita-moscovita

permiten clasificarlas en las facies de los esquistos verdes subfacie cuarzo-albita-moscovita-clorita (WINKLER, 1967). En la moderna clasificación de WINKLER (1973), estas rocas corresponderían a un metamorfismo de bajo grado (Low-stage metamorphism).

El metamorfismo de contacto introduce algunos cambios mineralógicos y textuales en las rocas estudiadas.

De estos cambios, los principales, como ya se ha señalado, son la aparición de granates, anfíboles, biotita y epidota.

La esquistosidad S_1 se ve frecuentemente alterada por el crecimiento de los granates, así como de los cristales de mica y anfíbol, que frecuentemente la cortan.

CAPDEVILA (1969) deduce que la asociación cuarzo-moscovita-clorita-granate es una asociación relativamente frecuente en la zona por él estudiada.

De las paragénesis encontradas se deduce que se trata de un metamorfismo de contacto de la facies hornbléndica (WINKLER, 1967) en la zona de metamorfismo más intensa, pasándose sensiblemente a la facies albita-epidota. La presencia de granate determina en estas rocas el paso de unas facies a otras.

BIBLIOGRAFIA

ALBEE, A. L.: *Relationships between the mineral association; chemical composition and physical properties of the chlorite series.* "Am. Mineralogist", 47, pp. 851-879 (1962).

ARGÜELLES, A.: Hoja Geológica 1:50.000, Bembibre, 159/11-9, Magna (1972).

ASENSIO, B.: *Estudio Geológico del Coto Minero San José.* Tesis Licenciatura Fac. de Ciencias (1975).

BORCHERT, H.: *Genesis of Marine sedimentary Iron Ores.* "Int. Mining and Metal", pp. 261-279, 3rd March (1960).

BRINDLEY, G. W.: *Chlorite minerals. In the X-ray identification and Cristal structures of Clay minerals.* G. Brow, Editor. Chap 6, pp. 242-296, London (1961).

BUBENICEK: *Geologie du gisement de fer de Lorraine.* "Bull. Centre Rech. de Pau, 5, 233-320, 1972 (1971).

CAPDEVILA: *Le metamorphisme regional progresif et les granites dans le segment hercynyen de Galicia Nord orientale.* Univ. de Montpellier, Facul. de Scienc. (these) (1969).

DUNOYER: *Les mineraux argileux dans la diagenese passage au metamorphisme.* "Mem. du Serv. Carte Geol. d'Alsace et Larraine, n. 29, 320 p., Strasbourg (1969).

JAMES, H. L.: *Sedimentary facies of iron-formation.* "Economic Geology", v. 49, n. 3, 1954, pp. 235-293 (1954).

LUNAR HERNÁNDEZ, R.: *Estudio de los yacimientos de hierro del Noroeste de la Península. Avance de las características geológicas y mineralógicas.* "Tecniterre", n. 7, pp. 14-23 (1975).

LUNAR HERNÁNDEZ, R.: *Mineralogénesis de los yacimientos de hierro del NO de la Península.* Memorias del IGME n. 90, pp. 1977.

MARCOS, A.: *Las series del Paleozoico inferior y la estructura herciniana del occidente de Asturias (NW de España).* "Trabajos de Geología", n. 6. Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo (1973).

MATTE, P.: *La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne).* "Geologie Alpine", t. 44 (1968).

NICOLINI, P.: *Gitologie des concentrations minérales stratiformes.* Ed. Gautier-Villor (1970).

PETRUCK, W.: *Determination of the heavy atom content in chlorite by means of the X-ray diffractometer.* Am. Mineralogist", 47, 617-636 (1964).
Springer-Verlag (tercera edición) (1973).
Springer-Verlag (tercera edición).

WINKLER, H. G. F.: *Petrogenesis of Metamorphic Rocks.* Springer, Berlín (1967).

Recibido: Diciembre 1976.

INFORMACION

El Ministro de Industria y Energía en el Instituto Geológico y Minero de España

El pasado día 4 de octubre, el Ministro de Industria y Energía, don Alberto Oliart, visitó el Instituto Geológico y Minero de España, acompañado del Director General de Minas e Industrias de la Construcción, don José Sierra.

La visita, que se inició a las nueve en punto de la mañana, tuvo una duración de más de tres horas, en dicho tiempo ambas personalidades estuvieron reunidas con el Director del Centro, don Pedro Fontanilla; Subdirector, don Mariano Echevarría; Jefes de División y Secretario General, entre otros.

La visita del Ministro se enmarca dentro de tres temas objeto de la actual política del Ministerio de Industria:

1.º Aprobación de un Real Decreto por el que se desarrolla la organización, funciones y dotación del IGME como organismo autónomo dependiente de la Comisaría de la Energía.

2.º Puesta en marcha del nuevo plan energético nacional.

3.º Actualización del nuevo plan de Abastecimiento de materias primas minerales.

Finalmente, el Ministro recorrió el Centro, visitando el Museo Nacional de Geología, la Exposición Permanente de Actividades del IGME y los diversos laboratorios del Centro.

La autonomia del IGME en el "B. O. E."

Real Decreto 2492/1977, Ministerio de Industria, de 17 de junio, por el que se desarrolla la organización, funciones y dotación del Instituto Geológico y Minero de España.

El Instituto Geológico y Minero de España, creado como "Carta Geológica de Madrid y General del Reino", por Real Decreto de doce de julio de mil ochocientos cuarenta y nueve, adquirió su actual denominación por el de veintiocho de junio de mil novecientos diez. Actualmente se rige por lo dispuesto en los Decretos de siete de enero de mil novecientos veintisiete y treinta de junio de mil novecientos setenta y dos, desarrollando su labor de acuerdo con los fines que le confieren las citadas disposiciones.

Las profundas transformaciones que durante los últimos años han experimentado la economía y el nivel técnológico del país, junto con la necesidad de asegurar el aprovisionamiento de materias primas minerales y conseguir la expansión de la industria minera aconsejan actualizar y refundir en un solo texto las funciones que al Instituto Geológico y Minero de España le fueron atribuidas por los Reales Decretos de doce de julio de mil ochocientos cuarenta y nueve, veintiocho de abril de mil ochocientos setenta, veintiséis de marzo de mil ochocientos setenta y tres, siete de enero y uno de abril de mil novecientos veintisiete y treinta de junio de mil novecientos setenta y dos.

En esta línea, la Ley de Fomento de la Minería de cuatro de enero de mil novecientos setenta y siete, con el fin de agilizar la actuación del Instituto Geológico y Minero de España, estableció en su disposición final

sexta que el Gobierno dictará las disposiciones necesarias para la transformación del Instituto Geológico y Minero de España en Organismo Autónomo, dependiente del Ministerio de Industria.

Posteriormente, el Real Decreto de veinticinco de febrero de mil novecientos setenta y siete, por el que se crea la Comisaría de la Energía y Recursos Minerales, dispone en su artículo séptimo que el Instituto Geológico y Minero de España se constituye como Organismo Autónomo dependiente del Ministerio de Industria, adscrito funcionalmente a la Comisaría de la Energía y Recursos Minerales y que la organización, funciones y dotación del Instituto Geológico y Minero de España, se desarrollará por Real Decreto, a propuesta del Ministerio de Industria.

En su virtud, de conformidad con el citado Real Decreto y con la aprobación de la Presidencia del Gobierno, a propuesta del Ministro de Industria, previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día diecisiete de junio de mil novecientos setenta y siete,

DISPONGO:

Artículo primero.—*Naturaleza.*

Uno. El Instituto Geológico y Minero de España es un Organismo Autónomo de la Administración del Estado, con personalidad jurídica plena para el cumplimiento de sus fines y clasificado en el grupo B, a tenor de lo dispuesto en la disposición transitoria quinta de la Ley de Régimen Jurídico de las Entidades Estatales Autónomas, de veintiséis de diciembre de mil novecientos cincuenta y ocho.

Dos. El Instituto Geológico y Minero de España gozará de las exenciones de impuestos, tasas, contribuciones o gravámenes del Estado y Corporaciones Locales que, con carácter general, tengan reconocidas los Organismos Autónomos del Estado.

Artículo segundo.—*Adscripción Orgánica.*

El Instituto Geológico y Minero de España tendrá, a su cargo, en régimen de descentralización las funciones que se le encomienden en la presente disposición y estará abscrito al Ministerio de Industria bajo la dependencia funcional de la Comisaría de la Energía y Recursos minerales, a través de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción.

Artículo tercero.—*Régimen Jurídico.*

La organización y funcionamiento del Instituto Geológico y Minero de España se ajustará a lo dispuesto en la Ley de Régimen Jurídico de las Entidades Estatales Autónomas, en la Ley General Presupuestaria, a los precentes contenidos en la presente disposición y las que se dicten en desarrollo de la misma.

Artículo cuarto.—*Fines y Funciones.*

Son fines y funciones del Instituto Geológico y Minero de España:

a) El estudio del suelo y subsuelo, en cuanto sea necesario para el conocimiento y desarrollo de la geología, minería, hidrogeología, geotecnia e investigación de fondos marinos, la formulación de planes, programas y proyectos de reconocimiento e investigación en las materias citadas; la ejecución de los mismos; la propuesta de zonas de reserva a favor del Estado y el estudio de la información sobre trabajos realizados en estos sectores por otros Centros, Organismos y Entidades Públicas y Privadas; la catalogación de cuantas materias, contenidas en el suelo o subsuelo sean susceptibles de aprovechamiento o transformación industrial; la preparación de colecciones de minerales, rocas y fósiles; la preparación de publicaciones sobre los estudios realizados; la publicación de la cartografía nacional y la ejecución de informes técnicos solicitados por la Administración.

Todos estos fines y funciones del Instituto se entenderán dentro del marco de las competencias del Departamento.

b) Los que le atribuyen las Leyes de Minas de veintiuno de julio de mil novecientos setenta y tres y de Derechos y Residuos Sólidos Urbanos, de diecinueve de noviembre de mil novecientos setenta y cinco.

c) Los que el Ministerio de Industria le encomiende para el mejor cumplimiento de lo ordenado en las siguientes disposiciones: La Ley de Minas en lo referente a la actualización del Programa Nacional de Investigación Minera y del de Revalorización de la Minería; y la Ley de Fomento de la Minería, de cuatro de enero de mil novecientos setenta y siete, en cuanto se refiere al cumplimiento y revisión del Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales no Energéticas.

d) La promoción de actividades técnico-empresariales que en cada caso se consideren precisas para la consecución o ejecución de los fines y funciones que el Instituto Geológico tiene atribuidos. A estos efectos podrá participar en Empresas públicas o mixtas y desarrollar cualquier otra fórmula de colaboración o cooperación con la iniciativa privada, nacional o extranjera.

e) Los que el Ministerio de Industria le encomiende, en el ámbito de sus actividades geológicas y mineras, en relación con los Planes de Investigación de Carbón. Hidrocarburos y Uranio y con la adopción de las medidas necesarias para el fomento de la tecnología energética y minera.

Artículo quinto.—*Organos de Gobierno.*

Uno. El Instituto Geológico y Minero de España estará representado y regido por un Consejo General, la Comisión Permanente y el Director del Instituto.

Dos. El Consejo General estará presidido por el Comisario de la Energía y Recursos Minerales, siendo su Vicepresidente el Director General de Minas e Industrias de la Construcción, y teniendo como Vocales:

a) El Director general de la Energía.

b) El Director general de Promoción Industrial y Tecnología.

c) El Director del Instituto.

d) Un representante de cada uno de los Ministerios de Presidencia del Gobierno, Hacienda, Obras Públicas, Agricultura y Comercio.

e) Un representante de cada uno de los siguientes Organismos: Consejo Superior del Ministerio de Industria, Junta de Energía Nuclear, Instituto Nacional de Industria, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Geográfico y Catastral, Instituto Español de Oceanografía.

f) Un representante de las Cámaras Oficiales Mineras.

g) Dos funcionarios de la Administración Civil del Estado o del propio Instituto, con reconocido prestigio en el campo de la minería y de la geología.

Tres. La Comisión Permanente estará presidida por el Vicepresidente del Consejo General y estará integrada por el Director de la Energía, el Director del Instituto y dos Vocales del Consejo designados por su Presidente.

Cuatro. El Director del Instituto tendrá la representación del mismo y será el Jefe ejecutivo de todos sus Servicios. Tendrá categoría de Director General, siendo nombrado por Decreto de Consejo de Ministros, a propuesta del de Industria.

Cinco. El Secretario del Instituto lo será también del Consejo General y de la Comisión Permanente y asistirá a sus reuniones con voz, pero sin voto.

Artículo sexto.—*Competencias de los Organos de Gobierno del Instituto.*

Uno. Corresponden al Consejo General del Instituto Geológico y Minero de España las siguiente funciones:

a) Aprobar el proyecto de presupuesto del Instituto y las cuentas y Memoria del ejercicio.

b) Aprobar el Plan general de actividades del Instituto.

c) Deliberar, informar o aprobar los asuntos que le someta el Ministro de Industria.

d) Aprobar los Reglamentos generales del régimen interior.

e) Proponer las plantillas del Instituto para su aprobación reglamentaria.

f) Aprobar, sin perjuicio de las Autorizaciones que sean necesarias, la participación del Instituto en Empresas públicas o mixtas, así como cualquier otra fórmula de colaboración o cooperación con la industria privada, para la consecución y ejecución de los fines y funciones que tiene encomendados el Instituto.

Dos. Corresponden a la Comisión Permanente las funciones siguientes:

a) Elaborar el Plan General de actividades, las Cuentas y Memoria del ejercicio y el Presupuesto del Instituto.

b) Aprobar los Programas de actividades que desarrollen las previsiones del Plan General.

c) Aprobar los contratos con Empresas nacionales y privadas para la realización de las previsiones contenidas en los Planes y Programas de actividades del Instituto.

d) Las que le delegue el Consejo Nacional.

Tres. Compete al Director del Instituto.

a) La representación del Instituto.

b) La dirección de la gestión encomendada al Instituto, la de las actividades de todos los Servicios y la Jefatura de Personal.

c) Preparar y ejecutar los Acuerdos del Consejo General y de la Comisión Permanente.

d) Establecer las relaciones que procedan con otros entes y órganos públicos, tanto nacionales como internacionales en materias relacionadas con las funciones del Instituto.

e) Establecer las relaciones necesarias con Entidades públicas y privadas, de carácter científico, relacionadas con la minería, geología, hidrogeología y, en general, con las competencias propias del Instituto.

f) Celebrar los contratos de suministro de material, de personal laboral y las relaciones con ediciones y publicaciones que correspondan al Instituto.

g) La administración y distribución de los recursos que se prevean en el Presupuesto del Instituto.

h) Autorizar los trabajos para Entidades y particulares no incluidos en el Plan General de actividades del Instituto.

j) Aprobar los informes y dictámenes previstos en la Ley de Minas, de veintiuno de julio de mil novecientos setenta y tres, y demás disposiciones vigentes.

j) Cualquier otra función no reservada expresamente a otros órganos del Instituto, o que le sean delegadas por la Comisión Permanente.

Artículo séptimos.—*Organos Administrativos del Instituto.*

Uno. Integran el Instituto la Secretaría General, los Servicios Centrales y las Unidades Territoriales.

Dos. Los Servicios Centrales se organizarán en Direcciones. Al frente de cada una de ellas figurará un Director, designado por la Comisión Permanente, a propuesta del Director del Instituto, entre funcionarios públicos del Instituto, o adscritos al Ministerio de Industria.

Tres. El Secretario General del Instituto será nombrado por la Comisión Permanente, a propuesta del Director del Instituto, entre funcionarios públicos del mismo o adscritos al Ministerio de Industria.

Cuatro. Las atribuciones y funciones de los Organos Administrativos se determinará en el Reglamento Orgánico.

Artículo octavo.—*Personal.*

Uno. El personal al servicio del Instituto Geológico y Minero de España se regirá por lo dispuesto en el Estatuto de Personal de Organismos Autónomos, así como por las disposiciones vigentes que regulan el régimen económico del personal al servicio de dichos Organismos. Dicho personal se determinará y clasificará reglamentariamente, atendiendo a las necesidades propias del ejercicio de las funciones, asignadas al Instituto elaborándose las correspondientes plantillas orgánicas del mismo.

Dos. Los funcionarios de carrera de la Administración Civil del Estado en situación de servicio activo que a la entrada en vigor de este Decreto desempeñen sus funciones en Centros o Instituciones del nuevo Organismo Autónomo continuarán en la citada situación, sin modificación alguna en la misma.

Artículo noveno.—*Régimen económico.*

Para la financiación de las actividades encomendadas al Instituto Geológico y Minero de España, se asignan a éste los siguientes recursos:

a) Los bienes y valores que integran su patrimonio, así como las rentas o productos de los mismos.

b) Los créditos asignados al Ministerio de Industria en los Presupuestos Generales del Estado, y eventualmente, de otras Entidades Públicas, para los fines del Instituto.

c) Los que asignen, como consecuencia de la recaudación por tasas y exacciones parafiscales que, en retribución de ciertos servicios del Instituto, se deteminen y autoricen mediante Ley votada en Cortes.

d) La participación en los beneficios que puedan producir las operaciones en que intervenga el Instituto dentro del ámbito de su competencia.

e) Las retribuciones que pueda percibir por trabajos y servicios realizados para particulares y Entidades.

f) Las subvenciones o aportaciones voluntarias de Entidades e Instituciones, tanto públicas como particulares.

g) Cualesquiera otros recursos que pudieran atribuírsele.

DISPOSICIONES FINALES

Uno. En el plazo de seis meses, el Ministerio de Industria, aprobará el Reglamento Orgánico del Instituto.

Dos. En el plazo de seis meses, el Ministerio de Industria procederá a la clasificación del personal al servicio del Instituto, elaborándose la plantilla orgánica que, tras la tramitación correspondiente, será sometida a su aprobación por el Consejo de Ministros.

Tres. En las pruebas selectivas para ingreso en el Instituto Geológico y Minero de España, que se convoquen en el plazo de cinco años, a partir de la entrada en vigor del Real Decreto mil ochenta y seis/mil novecientos setenta y siete, de trece de mayo, se reservará un porcentaje de las vacantes existentes para ser cubiertas por el personal contratado de colaboración temporal que, a la publicación del presente Real Decreto, preste sus servicios en el Instituto, siempre que continúe prestándolos al publicarse la correspondiente convocatoria.

Cuatro. Quedan derogadas cuantas disposiciones se opongan a lo establecido en el presente Real Decreto.

Dado en Madrid a diecisiete de junio de mil novecientos setenta y siete.—JUAN CARLOS. El Ministro de Industria, *Carlos Pérez de Bricio Olariaga.*

PERSONAL

NOMBRAMIENTO DE DON LUIS BADILLO DIEZ PARA LA INSPECCION GENERAL DE SERVICIOS.

El pasado día 24 de octubre fue destinado, a petición propia, a la Inspección General de Servicios el Dr. Ingeniero de Minas don Luis Badillo Díez, hasta el momento Secretario General del Instituto Geológico y Minero de España.

El Sr. Badillo Díez ingresó en el Instituto Geológico el 15 de julio de 1950 desempeñando diversos puestos de carácter científico-técnico hasta octubre de 1959, en que fue designado Secretario General de dicho Organismo.

Reconocemos aquí, en estas líneas, su formidable labor y dedicación durante tantos años, en que el Instituto ha podido realizar todos sus proyectos y cumplir todos sus compromisos.

Noticias

GEOLOGIA

VII REUNION DE DIRECTORES DE SERVICIOS GEOLOGICOS DE LA EUROPA OCCIDENTAL

Del 12 al 16 de septiembre se ha celebrado en Viena, patrocinada por el Servicio Geológico de Austria, la VII Reunión de Servicios Geológicos de la Europa Occidental.

En representación del Director del Instituto Geológico y Minero de España, don Pedro Fontanilla, asistió el Jefe de la División de Geología de dicho centro, don Manuel María Alvarado.

La próxima reunión, correspondiente al año 1978, se celebrará en Lisboa en el próximo octubre.

MINERIA

LA EXPLOTACION DE LAS MINAS DE AZNALCOLLAR COMENZARA DENTRO DE TRES AÑOS

Las minas de Aznalcóllar, de gran riqueza en metales, podrán estar en explotación en un plazo que oscilará entre los dos años y medio y los tres años. En esas minas, que cuentan ya con una planta piloto, se está realizando la preparación del yacimiento, en el que se está poniendo a punto una nueva tecnología de separación de metales, tecnología que es en principo muy cara, según ha podido saber Logos en fuentes próximas a la Dirección General de Minas.

En las minas de Aznalcóllar, el primer metal que se espera obtener en cuanto a su valor es el oro, si bien en cantidad se obtendrán mayores porcentajes de cobre, plomo, cinc e, incluso, plata.

No parece existir problema de financiación en la marcha del proyecto de preparación del yacimiento, que puede convertirse en una de las obras de más porvenir para el futuro industrial y económico de España. La obra está siendo llevada a cabo por el grupo del Banco Central.

ENSAYO DE METODOS GEOFISICOS AEREOS SOBRE LAS MASAS DE SULFUROS DE LA PROVINCIA DE HUELVA

Un programa de investigación para probar la eficacia de nuevos métodos de prospección geofísica aérea, con el fin de detectar la presencia de nuevas masas de sulfuros polimetálicos se está desarrollando en la zona pirítica de Huelva, dentro del convenio de colaboración científica subscrito entre España y la República Federal de Alemania, con fecha 23 de abril de 1970.

Los trabajos se efectúan en estrecha colaboración entre el Gobierno español, a través del Instituto Geológico y Minero, el Gobierno alemán, a través del Instituto Central de Geología y Recursos Mineros (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) y la Compañía de Azufre y Cobre de Tharsis, S. A.

El método ensayado, de origen canadiense, se denomina DIGEM II y es uno de los más modernos sistemas electromagnéticos aéreos que actualmente existen en el mundo para la investigación de sulfuros masivos. Entre sus novedades figura utilizar como transmisor dos bobinas orientadas octogonalmente, y como receptor, tres bobinas también mutuamente perpendiculares. Con cada par de bobinas emisor-receptor se puede establecer diferentes acoples cuyas respuestas en partes por millón, son registradas, por separado, gráficamente y en cinta magnética, a través de un sofisticado y moderno ordenador. De esta manera se puede conocer, hasta unos 100 m. de profundidad, no sólo la existencia en el subsuelo de cuerpos anómalos (posibles masas de sulfuros), sino también la geometría y comportamiento eléctrico (resistividad) de dichos cuerpos.

El conjunto transmisor-receptor está alojado en una "sonda" de 10 m. de longitud y 200 Kg. de peso, que es remolcada por un helicóptero tipo S 58 ET de dos turbinas, que lleva a bordo todo el sistema electrónico de registro. La altura media de vuelo es de unos 75 m. y la "sonda" se desplaza a 25 m. del suelo.

Además del equipo electromagnético DIGHEM II, el helicóptero va provisto de un magnetómetro, un escintilómetro y un radioaltímetro, cuyas mediciones se recogen en canales adecuados del registrador electrónico. De esta manera, a lo largo de cada línea de vuelo, se registra de manera continua un total mínimo de 14 parámetros diferentes.

Con estos métodos se investigarán unas 70.000 hectáreas, entre los términos municipales de Calañas, Alosno, Cabezas Rubias, La Puebla de Guzmán y El Granado (provincia de Huelva), habiéndose previsto realizar unos 3.600 Km. de líneas de vuelo con 200 m. de separación entre líneas.

El Gobierno alemán dedica a este programa no sólo todos los aspectos y el helicóptero, sino también dos talleres móviles, uno electrónico y otro mecánico, y un equipo humano de 12 técnicos, entre geofísicos, ingenieros electrónicos y mecánicos, navegantes y pilotos, de

los cuales seis están destacados en Huelva. Los trabajos de campo comenzaron en agosto y se espera estén terminados para el mes de diciembre.

Sin duda, estas experiencias aportarán datos muy valiosos para un mejor conocimiento de los recursos de la zona pirítica onubense y sobre la sistemática para su investigación.

ENERGIA

ALMACENAMIENTO DE LA ENERGIA SOLAR

Ha sido desarrollado por científicos de la Universidad de Camberra (Australia) el primer sistema en el mundo para el almacenamiento de gigantescas cantidades de energía solar, basado en la extracción del calor solar por descomposición del amoníaco en nitrógeno e hidrógeno, con absorción del calor, dirigiéndose los gases resultantes a una planta central de recuperación, donde se sintetizan de nuevo, liberando energía en forma de calor. Mediante este sistema, los gases pueden ser almacenados y transportados para una posterior producción de energía a zonas con índice bajo de insolación.

INTENSIFICACION DE LA EXPLORACION DE YACIMIENTOS ENERETICOS

La Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) considera como tarea apremiante la investigación de yacimientos de petróleo, gas y carbón, así como la mejora de los métodos de explotación. La comisión del senado de investigaciones geológicas de la DFG indica que sólo mediante el empleo de modernos métodos se pueden esperar grandes éxitos en la búsqueda y explotación de materias primas. La situación de la investigación de yacimientos en la República Federal de Alemania es considerada como no satisfactoria. Al mismo tiempo, la posibilidad de ofrecer know how científico y tecnológico es "condición previa esencial para una colaboración entre las naciones industriales por un lado, y los países del Tercer Mundo, poseedores de materias primas, por otro.

Plantea una serie de importantes tareas: más investigación del "marco geológico" en que se forman y pueden enriquecerse los hidrocarburos; más trabajos en el sector de la detección del petróleo y gas, en el país y en el extranjero. Así mejorarán para la República Federal de Alemania las reservas y las posibilidades de acceso a dichas materias. Para elevar la rentabilidad y seguridad de la minería alemana del carbón se subraya la necesidad de una investigación más intensa: de fundamentos en el sector geológico. La ampliación de las reservas expotables de hulla dependerá en el futuro de los trabajos de investigación sobre presión del terreno, el calor de la tierra, conducción de gases y técnica de explotación hasta los 1.500 metros de profundidad. Las cuestiones de protección del ambiente, dado que la explotación de materias primas es "una de las investigaciones más importantes del hombre en la naturaleza"; debe formar parte de la investigación de yacimientos el evitar, o al menos aminorar, las repercusiones perjudiciales de estas intervenciones. También en la planificación y construcción de almacenamientos subterráneos para productos especialmente perniciosos, por ejemplo residuos radiactivos, puede la investigación de yacimientos cooperar a la protección del ambiente.

ENORME PODER ENERGETICO DE ALGUNOS RAYOS

Las nubes de desarrollo vertical provocan la acumulación de cargas eléctricas enormes en distintos puntos de la atmósfera. Las descargas entre la base de una nube y la superficie terrestre, entre dos nubes o en el interior de una nube, constituyen el fenómeno atmosférico denominado rayo. Por lo general, cuando el rayo descarga en la tierra sus efectos suelen ser devastadores, y para evitarlos Franklin inventó el pararrayos. Sin embargo, ni el mismo inventor pensó en la energía que pueden almacenar estas "chispas eléctricas".

De cada dos millones de rayos, uno tiene tal poder energético que puede considerarse como un verdadero monstruo. Estos superrayos tienen hasta cien veces más potencia que cualquiera de los que se observan continuamente. Esta clase de rayos, según un informe de la O.E.A., han sido detectados por el sistema de satélite "VELA", que identificó hace poco tiempo uno que liberó 10 billones de vatios de energía, visible en aproximadamente una milésima de segundo. Estos superrayos exceden el registro de otros rayos gigantes observados previamente que han alcanzado descargas de hasta 100.000 millones de vatios.

Se cree, o por lo menos así lo afirman los científicos de la O.E.A., que tan gigantescas descargas eléctricas ocurren entre regiones atmosféricas cargadas positivamente y la Tierra, en contraste a lo que ocurre en una tormenta corriente, que se derivan de regiones cargadas negativamente o de nube a nube.

Los satélites "VELA" están espaciados a lo largo de una órbita común, con radio de 110.000 kilómetros, de modo que cualquier porción de la superficie terrestre puede ser escudriñada por uno o dos de ellos. Los primeros de estos satélites centinelas fueron lanzados hace diez años, aproximadamente, con el objeto de detectar las explosiones nucleares, aunque ahora sus aplicaciones, como vemos, son más amplias

HIDROCARBUROS

NORMAS SOBRE LA EXPLOT CION DE HIDROCARBUROS POR E. I.N.I.

Por un Real decreto del Ministerio de Industria publicado en el "Boletín Oficial del Estado", se dictan las normas complementarias sobre el régimen jurídico de la exploración, investigación y explotación de hidrocarburos encomendados al Instituto Nacional de Industria.

Según esta disposición, cuando se produzca un descubrimiento comercial de hidrocarburos en las áreas estatales que tiene encomendadas el I.N.I., éste podrá llevar a cabo la explotación por un período de treinta años, teniendo en la actividad de explotación los mismos derechos y obligaciones que el titular de una concesión particular en lo relativo a los hidrocarburos obtenidos. El Instituto podrá transferir, en favor de una empresa nacional dependiente de él, los permisos de investigación o los derechos de explotación. Asimismo el I.N.I. o la empresa nacional concesionaria podrá ceder a sociedades participaciones de la titularidad si en la fase de explotación son mayoristarias. Para hacer esta cesión será necesaria la autorización del Ministerio de Industria.

ECONOMIA

FUERTES IMPORTACIONES ESPAÑOLAS DE ORO

Según la revista "Fomento de la Producción", España ha sobrepasado la media europea en el consumo de oro y se ha colocado en el quinto lugar entre los países del continente. Por tal alza, el valor de las importaciones españolas se elevó a más de 11.000 millones de pesetas, lo que significó un aumento de 1.700 millones respecto al año anterior.

El principal factor, por lo que el consumo de oro se elevó en nuestro país durante el año 1976 en un 30 por 100, se estima en el interés de los jóvenes por adquirir joyas de este metal que tengan un sencillo diseño y precios reducidos.

EL MINISTRO DE INDUSTRIA Y ENERGIA VIAJA A BRUSELAS

Don Alberto Oliart Sausol, ministro de Industria y Energía, ha viajado a la sede de la CEE en Bruselas, con el objeto de exponer a las autoridades de la Comunidad las líneas básicas del paquete de medidas energéticas que ha elaborado su Ministerio.

El señor Oliart ha intercambiado puntos de vista con los técnicos en energía de la CEE sobre el contenido del programa español, aprovechando la ayuda técnica que en este sector industrial ofrece la Comunidad.

El ministro de Industria y Energía quiso tener un contacto directo con las autoridades comunitarias para informarse de las actuales corrientes y perspectivas del programa energético mundial, con el fin de poder elaborar un programa de suministros, precios, conservación y reestructuración del sector energético español, dentro del contexto acorde con nuestras necesidades actuales y futuras.

El señor Oliart se entrevistará también con el señor Guido Brunner, comisario de la Energía de la CEE, y con Lorenzo Natali, comisario designado por la Comunidad para la integración de nuevos países en la CEE.

CONVENIO PARA ESTABILIZAR PRECIO DEL COBRE

El 18 de marzo, en Ginebra, durante una sesión de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, el Perú, propuso la adoptación de un convenio internacional que estabilice el precio del cobre.

El delegado peruano, habló ante el grupo intergubernamental de especialistas en la problemática del metal, y dijo "no debemos seguir dejando todo en manos del libre juego de los mercados".

DOSCIENTAS NUEVE MULTINACIONALES TIENEN FILIALES EN ESPAÑA.

De las 300 empresas multinacionales en el mundo, 209 tienen filiales en España, de las que 173 tienen unidades productivas, unidades de marketing y distribución, según la revista "Empresa 2000".

Los sectores preferidos de las multinacionales son los más expansivos y adelantados de nuestra industria, fundamentalmente vehículos (49,9 por 100 de su participación en el capital social de las empresas del sector), material eléctrico (42,1 por 100) y productos químicos (37,9 por 100).

La ausencia de japoneses no va a durar por mucho tiempo. Según fuentes bien informadas consultadas por la revista, los dirigentes japoneses de la economía y el comercio hace tiempo que han encontrado en la multinacional el secreto de la expansión en Europa y América.

Por otra parte, la presencia americana es evidente. En nuestro país invierten un total de 58.932 millones de pesetas, repartidas entre las 500 grandes empresas nacionales, lo que representa el 2,2 por 100 del total de las inversiones. Le siguen en importancia los capitales suizos, alemanes, italianos e ingleses.

MATERIAS PRIMAS

RELACION DE MATERIAS PRIMAS MINERALES Y ACTIVIDADES PRIORITARIAS CONEXAS

REAL DECRETO 1102/1977, de 28 de marzo ("Boletín Oficial del Estado" de 24 de mayo de 1977).

La Ley seis/mil novecientos setenta y siete, de cuatro de enero, de Fomento de la Minería, establece en su disposición final quinta que, en el plazo máximo de dos meses, el Gobierno publicará, a propuesta del Ministro de Industria, la relación de materias primas minerales y actividades relacionadas con ellas, declaradas prioritarias en el Plan Nacional de Abastecimiento, o con posterioridad al mismo, a los efectos de lo prevenido en la citada Ley.

Por otra parte, el Gobierno, por acuerdo del Consejo de Ministros de siete de febrero de mil novecientos sesenta y cinco, aprobó el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales (no energéticas) en el que, entre otros aspectos, se especificaban las materias primas minerales y actividades con ellas relacionadas que se consideraban prioritarias y, al mismo tiempo, se establecían las directrices de actuación, tanto dentro como fuera del territorio nacional, con particular atención a la acción del Estado.

El artículo tercero de la Ley de Fomento de la Minería dispone que el Ministerio de Industria, oídos los sectores productores y transformadores interesados, elaborará el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales, que será elevado al Gobierno para su aprobación y revisión, al menos cada dos años, concretando, además, entre sus fines la necesidad de confeccionar para cada materia prima mineral prioritaria un programa sectorial en el que se fijen los objetivos mínimos de abastecimiento interior y exterior que se pretenden asegurar.

Con vistas al cumplimiento de estos fines y a conseguir la efectividad del trámite de audiencia previsto en la Ley, resulta imprescindible acometer simultáneamente la elaboración complementaria del referido Plan Nacional de Abastecimiento en aquellos aspectos que no estaban previstos con anterioridad a la Ley a la vez que se procede a su actualización, mediante la correspondiente revisión.

En consecuencia, y en cumplimiento de la referida disposición final quinta, en el presente Real Decreto se declaran las materias primas minerales y actividades con ellas relacionadas que gorazán de la calificación de prioritarias durante un plazo que, con carácter general, se establece por un período mínimo de dos años, sin perjuicio de que, una vez completada la elaboración y revisión del Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales, se pueda ampliar el período de vigencia establecido en este Real Decreto para cada una de las materias primas minerales y actividades con ellas relacionadas.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día veinticuatro de marzo de mil novecientos setenta y siete,

DISPONGO:

Artículo primero.—En cumplimiento de lo dispuesto en la disposición final quinta de la Ley de Fomtnto de la Minería, de cuatro de enero de mil novecientos setenta y siete, se declaran prioritarias las materias primas minerales y, en relación con ellas, las actividades que se detallan en el anexo I de este Real Decreto.

Artículo segundo.—La declaración contenida en el artículo anterior, se otorga con carácter general por un período de dos años, para cada una de las materias primas y actividades relacionadas con ellas, incluidas en el referido anexo I.

Artículo tercero.—La calificación de prioritaria llevará implícita la aplicación de todos los efectos previstos para la misma en la Ley de Fomento de la Minería y, en particular, lo establecido en los artículos veintisiete y treinta y uno, así como la preferencia en el otorgamiento de las subvenciones y créditos a que se refiere el artículo dieciocho.

ANEXO I

Prioritarias deficitarias

Materias primas minerales	ACTIVIDADES
Fosfatos	Exploración e investigación en el interior. Acción en el exterior.
Carbones	Exploración, investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior. Acción en el exterior.
Uranio...	Exploración, investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior. Acción en el exterior.
Níquel...	Acción en el exterior. Exploración. Investigación, tratamiento y beneficio en el interior.
Aluminio	Exploración, investigación, tratamiento y beneficio en el interior. Acción en el exterior.
Asbestos	Acción en el exterior. Exploración. Investigación, tratamiento y beneficio en el interior.
Cromo...	Acción en el exterior. Exploración. Investigación, tratamiento y beneficio en el interior.
Manganeso... ...	Acción en el exterior. Exploración. Investigación, tratamiento y beneficio en el interior.

Materias primas minerales	ACTIVIDADES
Titanio...	Exploración, investigación, tratamiento y beneficio en el interior. Acción en el exterior.
Cobre	Exploración, investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior. Acción en el exterior.
Estaño...	Exploración, investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior. Acción en el exterior.
Hierro...	Exploración, investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior. Acción en el exterior.
Cinc	Exploración, investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior.
Plomo...	Exploración, investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior. Acción en el exterior.
Wolframio... ...	Exploración, investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior.
Recursos geotérmicos..	Exploración, investigación y aprovechamiento en el interior.
Prioritarios con potencial excedentario	
Potasas..	Investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior.
Pizarras ornamentales.. ...	Investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior.
Fluorita..	Investigación, explotación, tratamiento y beneficio en el interior.
Caolín...	Tratamiento, beneficio y explotación.
Mármol...	Tratamiento, beneficio y explotación.
Granito..	Tratamiento, beneficio y explotación.
Magnesita... ...	Tratamiento, beneficio y explotación.

REUNIONES CIENTIFICAS

SIMPOSIO SOBRE ENERGIA SOLAR

Del 19 al 21 de octubre tendrá lugar en Barcelona un simposio sobre energía solar, patrocinado por la Escuela Politécnica de Barcelona y por la Universidad de Houston, sobre el tema del empleo y almacenamiento de la energía solar. Es de todos bien sabido que nuestro país disfruta de un alto grado de insolación anualmente y que en algunas zonas llega a alcanzar niveles que pueden ser considerados como los máximos obtenibles, como es el caso de Almería, y quizá por ello las tres centrales solares piloto proyectadas en España, con tecnología alemana y norteamericana, se levantarán en esta provincia.

I CONGRESO NACIONAL DE QUIMICA

Organizado por la Asociación Nacional de Químicos ha tenido lugar en Vigo, el 30 de septiembre y el 1 de octubre pasado, el I Congreso Nacional de Química, que llevó como lema "Soluciones químicas a la contaminación", donde se abordó un total de cincuenta temas, distribuidos en cuatro mesas redondas: la primera, tras el acto de apertura, el vierno 30 de septiembre, por el presidente de la Asociación Nacional de Químicos, don Pedro Barbadillo Gómez, y el Director General de Industrias Químicas y Textiles, don Jerónimo Angulo Aramburu, trató sobre contaminación ambiental por emisión a la atmósfera, presidida por don Pedro Conillera Vives, de la Sección de Contaminación Atmosférica del Laboratorio Municipal de Barcelona; la segunda mesa redonda giró sobre contaminación por la industria de la celulosa y papel, presidida por don José Luis Asenjo Martínez, consejero-delegado de la Asociación de Investigación Técnica de la Industria Papelera Española; el sábado 1 de octubre estuvo dedicado a la contaminación ambiental por vertidos líquidos y sólidos, sesiones que estuvieron presididas por don Enrique Castellanos Colomo, doctor en Ciencias Químicas y presidente de la Diputación Provincial de Madrid, y el mismo sábado por la tarde, la mesa redonda estudió el tema de legislación e informe sobre impacto ambiental.

Numerosas personalidades científicas españolas se sumaron a este congreso con conferencias y trabajos de muy alto valor estimativo.

Las conclusiones del congreso se elevarán a los poderes de la Administración.

JORNADAS SOBRE ENERGIA, PETROLEO Y TRANSPORTE

La Cámara de Comercio de Madrid, en colaboración con la Asociación Internacional de Estudiantes de Ciencias Económicas y Empresariales, ha organizado unas jornadas sobre el tema "Petróleo, energía y transporte", en la sede de la citada Cámara. En las jornadas se desarrollaron los siguientes temas:

"Estructura internacional de la industria petrolífera", "La crisis petrolífera y el equilibrio económico internacional". "Incidencia de la crisis en la economía española", "Las empresas de transportes como consumidoras de petróleo", "Relación y efectos de la crisis energética en los fabricantes de vehículos" y "Transportes y desarrollo económicos: Estudio del caso español".

XII CURSO DE HIDROGEOLOGIA "NOEL LLOPIS"

Organizado por el Departamento de Geología Económica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; el Departamento de Estratigrafía y de Geomorfología y Geotectónica de la Universidad Complutense-Facultad de Ciencias Geológicas; la Dirección General de Obras Hidráulicas, Servicio Geológico de Obras Públicas y Canal de Isabel II del Ministerio de Obras Públicas; la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A., del Instituto Nacional de Industria; y el Instituto Geológico y Minero de España de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción; se desarrollará en Madrid, de enero a junio de 1978, mediante el contenido siguiente:

1. *Materias optativas:*

Elementos de Geología para hidrogeólogos. Nociones de Cálculo. Estadística aplicada a la Hidrogeología. Principios de Mecánica de Fluidos.

2. *Disciplinas auxiliares:*

Principios de Climatología. Principios de Hidrología de Superficie.

3. *Características del Flujo en Medios Porosos:*

Propiedades de los medios porosos. Teoría elemental del flujo del agua subterránea. Hidráulica de captaciones de agua. Relaciones entre aguas superficiales y subterráneas.

4. *Caracteres físico-químicos-biológicos de las aguas subterráneas Contaminación y Tratamiento:*

Elementos de Química hidrológica. Técnicas nucleares en Hidrología. Relaciones entre las características químicas y el medio hidrogeológico. Características biológicas de las aguas. Calidad y Tratamiento de aguas. Contaminación de aguas subterráneas. Tratamiento de la contaminación. Costes.

5. *Técnicas de exploración hidrogeológica regional:*

Métodos geológicos en Hidrogeología. Exploración en diferentes ámbitos climáticos, estructurales y litológicos. Exploración en regiones kársticas. Cartografía hidrogeológica. Prospección geofísica. Sondeos mecánicos y piezómetros. Sistema de inventario de datos hidrogeológicas.

6. *Explotación de acuíferos:*

Balances. Modelos analógicos y digitales. Construcción de pozos y galerías. Recarga artificial de acuíferos. Introducción a la ingeniería de recursos hidráulicos. Economía y legislación de aguas.

Desarrollo.

a) Idiomas. El conocimiento del idioma español, hablado y escrito, es indispensable para seguir las diferentes clases teóricas y prácticas. Accidentalmente, algunos conferenciantes extranjeros podrán dictar sus conferencias en inglés o francés, por lo que el conocimiento de estos idiomas es aconsejable, así como para las consultas bibliográficas.

b) Duración. El Curso comenzará el 16 de enero, y terminará el 22 de junio.

c) Horario. Las clases tendrán lugar, habitualmente, los martes, miércoles y jueves de cada semana. Durante los cuatro primeros meses habrá cuatro clases cada día, de 4,30 a 9 y en los dos últimos tres clases, de 5 a 8.

d) Clases teóricas. El Curso prevee ciento sesenta horas de clases teóricas, que tendrán lugar preferentemente en el aula del Departamento de Estratigrafía y, en menor proporción, en el Servicio Geológico de Obras Públicas y en la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A.

e) Clases prácticas. Se preveen cuarenta horas de clases prácticas en aula o en laboratorio, que se desarrollarán en los mismos centros o en otros, cuando así lo requiera su naturaleza específica.

f) Conferencias y visitas a centros especializados. A lo largo del Curso se realizarán exposiciones de casos reales o conferencias sobre temas específicos en el campo de la Hidrogeología. Por otra parte, se harán visitas a centros de investigación o laboratorios de organismos relacionados con la Hidrogeología.

g) Salidas de campo. Se efectuarán salidas de campo con objeto de ver "in situ" trabajos de prospección geofísica, de construcción de pozos, etc., y también de exponer sobre el terreno algunos de los estudios hidrogeológicos realizados por profesores del curso. Las salidas de campo tendrán lugar preferentemente en días no lectivos y la asistencia a estas salidas es obligatoria.

Trabajo complementario.

Todos los participantes realizarán un informe o estudio hidrogeológico sobre un problema real cuyo tema deberá ser aprobado por la Comisión Docente, y del que harán al final del Curso una exposición oral. La presentación de este trabajo es condición indispensable para obtener el Diploma.

Dedicación que requiere.

Se estima que es muy difícil que un alumno pueda superar las pruebas necesarias para la obtención del Diploma con una dedicación inferior a quinientas horas, lo que

equivale a unas veinte horas semanales de trabajo durante todo el Curso, aparte de las horas lectivas.

Control de aprovechamiento.

A lo largo del Curso se realizarán tests parciales de las diferentes materias, así como la corrección y comentario de los ejercicios y problemas.

Generalmente, los participantes de cursos anteriores han superado estas pruebas salvo 2 ó 3 por curso que no han logrado cumplimentarlas por razones de tiempo o aprovechamiento.

III CONFERENCIA NACIONAL SOBRE HIDROLOGIA GENERAL Y APLICADA

Dentro de la 37 Feria Oficial y Nacional de Muestras, que ha tenido lugar del 6 al 16 de octubre pasado, no se desatiende sino que, por el contrario, se activa de día en día la organización de los Certámenes feriales para el año venidero, entre los cuales figura el III Salón Monográfico del Agua —SMAGUA/78—, cuyas fechas de celebración serán las del 22 al 26 de febrero de 1978, ambas inclusive.

En dos ocasiones se ha reunido la Comisión Asesora de este Salón Bienal, para perfilar sus últimos detalles, y los augurios sobre el mismo, a ocho meses largos de su celebración, no pueden ser máís halagüeños, dado el creciente interés despertado por este Certamen en el que se exhiben las más modernas máquinas, materiales y productos, para el mejor uso y tratamiento del agua.

Si interesantes serán todos los materiales, equipos y sistemas relacionados íntimamente con el agua, tanto para el consumo de boca como para los riegos y usos industriales, que tendrán la más completa exposición en SMAGUA/78, no lo será menos la III Conferencia Nacional sobre Hidrología General y Aplicada, en orden a todas esas utilizaciones, y cuyo tema general será en esta ocasión el de "Recuperación del agua", tan primordial en estos tiempos de su progresivo consumo.

Este tema general, que ha sido muy bien acogido, se ha dividido en tres Ponencias que se expondrán y discutirán los días 22, 23 y 24 de febrero y cuyos enunciados son los siguientes:

Ponencia primera sobre "Recarga, control y protección de los acuíferos".

Ponencia segunda sobre "Reciclaje del agua en actividades industriales".

Ponencia tercera sobre "Reutilización de aguas residuales con destino al riego".

Para estas tres Ponencias y la conferencia magistral, que estará a cargo de eminentes especialistas en cada materia y cuyos nombres se harán públicos oportunamente, se espera también la asistencia de numerosos expertos de toda España y aún del extranjero, en calidad de inscritos.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE FORMACION PERMANENTE PARA POSTGRADUADOS DE LA FUNDACION GOMEZ-PARDO, ADSCRITA A LA E. T. S. DE INGENIEROS DE MINAS. MADRID

Con la presente convocatoria queda iniciada la programación de las Acciones de Formación Permanente correspondientes al Curso académico 1977-78.

Comienza el trimestre con el *II Curso sobre Electrificación en Ambiente Explosivo y/o Inflamable,* organizado para atender el elevado número de solicitudes que no pudieron ser admitidas en su primera versión. No se trata de una simple repetición del primero, pues se ha depurado y reestructurado el programa mejorando notablemente el anterior.

La segunda actividad programada es el *II Seminario sobre Exploración Petrolífera,* organizado conjuntamente por la Fundación y las Escuelas de Minas de Oviedo y Madrid. La organización de este Seminario, destinado preferentemente a los alumnos que cursan los últimos cursos de Ingenieros de Minas, ha sido posible gracias a la generosa aportación del Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas.

Gracias al esfuerzo común de la Empresa Nacional del Uranio, S. A.; la Junta de Energía Nuclear; la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A.; el Instituto Geológico y Minero de España y la Fundación, se ha organizado el *I Seminario sobre Prospección de Minerales Radiactivos,* con el que un buen número de postgraduados podrán adquirir una formación básica adecuada en las técnicas de prospección, investigación y valoración de yacimientos de Uranio.

A continuación se ha programada el *I Seminario sobre Tectónica Global,* en el que se recogen las teorías más modernas en este importantísimo campo de la Geología, que han venido revolucionando alguno de los conceptos geológicos básicos. Las diversas materias que constituyen el Seminario serán impartidas por prestigiosos investigadores nacionales y extranjeros.

Finalmente incluimos en nuestro calendario el *I Seminario sobre Sondeos de Investigación Minera,* en el que se presentarán de un modo práctico los nuevos métodos y tecnologías para la prospección de materias primas que constituyen una de las bases preferentes en el desarrollo industrial.

NOVEDADES CIENTIFICAS Y TECNICAS

DIAMANTES ARTIFICIALES EN EL VACIO

Dos científicos, con un ciudadano de la R.D.A. y un físico británico, descubrieron independientemente uno de otro un procedimiento para obtener diamantes artificiales en el vacío.

La producción artificial de las piedras preciosas hasta ahora se consiguió tan sólo bajo temperaturas y presión extremadamente altas.

El profesor alemán O. Weismantel, de Karl Marx Stadt, presentó este descubrimiento al Congreso Internacional del Vacío, que reúne en estos días a 1.400 científicos de 40 países en la capital austríaca; el profesor Holland, de la Universidad de Sussex (Gran Bretaña) lo ofreció en enero pasado a la publicación de la revista especial "Nature".

El procedimiento consiste en que una lámina de grafito en un vacío extremo se expone a un "bombardeo" de inones de argón. Los átomos y partículas mayores del grafito se deponen en una placa de metal o vidrio. Bajo un nuevo bombardeo con ocho mil voltios electrónicos se forma una sustancia clara que se compone de diamantes minúsculos. Falta aún la explicación científica exacta.

El I.N.I. APORTA 350 INNOVACIONES AL MERCADO TECNOLOGICO

Una jornada apretada han tenido varios de los dirigentes del I.N.I. al cerrar el primero de sus actos correspondientes en la Feria Internacional de Barcelona. El presidente del Instituto Nacional de Industria ha hecho la presentación pública del catálogo tecnológico en el que se ofrecen ante la industria nacional y extranjera 350 innovaciones realizadas por su grupo de empresas en los últimos años.

El señor Jiménez Torres señaló que "es evidente que deberemos seguir siendo un importante comprador de tecnología, pero lo que resulta a todas luces injustificado es la actual dependencia tecnológica".

En el mismo acto, el director de Tecnología del Instituto señaló la importancia de la investigación y la necesidad de fomentarla. También se refirió el señor Niño de Oláiz a que la importación de tecnología sólo puede ser viable en el supuesto de que sea comprendida rápidamente y absorbida con rapidez.

Finalmente, el director general de Ingeniería reconoció los errores realizados en los últimos años, donde la entidad ha importado indiscriminadamente tecnología al igual que gran parte de la industria española. Terminó su intervención expresando el propósito de interesarse especialmente por la generación de tecnología propia, así como la promesa de un respaldo, por parte del I.N.I., para solucionar las nuevas situación que puedan producirse.

PUBLICACIONES

ULTIMAS PUBLICACIONES DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000, (MAGNA)

3, San Ciprián.
36, Castro Urdiales.
243, Calahorra.
244, Alfaro.
282, Tudela.
320, Tarazona de Aragón.
494, Calanda.
495 Castellseras.
814, Villanueva de la Fuente.
828, Barcarrota.
856, Maguilla.
955, Fuente Alamo de Murcia.
1001, Almonte.
1002, Dos Hermanas.
1003, Utrera.

COLECCION-MEMORIAS.

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.

COLECCION-INFORMES.

Estudio hidrogeológico de la cuenca Sur (Almería), Memoria-Resumen.

EVOLUCION DE NIVELES PIEZOMETRICOS EN LOS SISTEMAS ACUIFEROS.

Cuenca del Guadiana. Anuario 1974.
Cuenca del Guadiana. Anuario 1975.
Cuenca media y baja del Júcar. Anuario 1975.
Cuenca del Guadiana. Anuario 1976.

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
160	15184	6-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Lugo.
161	15273	7-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Ciudad Real.
164	15576	11-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Oviedo.
168	15954	15-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Salamanca.
171	16158	19-VII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de León.
178	16754	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Córdoba.
178	16755	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Toledo.
178	16754	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Alava.
178	16754	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que cita, de la Delegación Provincial de Almería.
178	16754	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de León.
178	16754	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Madrid.
178	16755	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Salamanca.
178	16755	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando la concesión de explotación que se cita, de la Delegación Provincial de Toledo.
180	16943	29-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que se cita.
181	17040	30-VII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Albacete.
181	17043	30-VII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Oviedo.
185	17413	4-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Almería.
185	17416	4-VIII-77	Ind.	RESOLUCIONES caducando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Oviedo.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
186	17516	5-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Barcelona.
187	17613	6-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando la concesión de explotación que se cita, de la Delegación Provincial de Madrid.
187	17612	6-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Castellón de la Plana.
187	17613	6-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Guadalajara.
187	17614	6-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Sevilla.
188	17704	8-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Huelva.
189	17794	9-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Ciudad Real.
189	17801	9-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Valencia.
190	17887	10-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Badajoz.
190	17895	10-VIII-77	Ind.	RESOLUCION solicitando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Málaga.
190	17895	10-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Murcia.
190	17887	10-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Badajoz.
190	17896	10-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Soria.
195	18294	16-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación que se citan, de la Delegación Provincial de Salamanca.
197	18477	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Badajoz.
197	18477	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Badajoz.
197	18477	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Castellón.
197	18477	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Huelva.
197	18477	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de León.
197	18478	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de León.
197	18478	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Madrid.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
197	18478	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Oviedo.
197	18478	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Oviedo.
197	18478	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Palencia.
197	18478	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Santander.
197	18478	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Sevilla.
197	18478	18-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provoncial de Teruel.
199	18681	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando la concesión de explotación que se cita, de la Delegación Provincial de Badajoz.
199	18682	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Cáceres.
199	18685	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Oviedo.
199	18686	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Salamanca.
199	18681	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Badajoz.
199	18682	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION cancelando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Ciudad Real.
199	18682	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Córdoba.
199	18682	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Granada.
199	18683	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCIONES caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de León.
199	18685	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Lugo.
199	18685	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Salamanca.
199	18686	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Tarragona.
199	18686	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Teruel.
199	18686	20-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Zamora.
199	18686	20-VIII-77	Ind.	HESOLUCION otorgando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Zaragoza.
200	18771	22-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Granada.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
200	18771	22-VIII-77	Ind.	RESOLUCION caducando el permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Pontevedra.
201	18880	23-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Albacete.
202	18942	24-VIII-77	Ind.	RESOLUCION otorgando los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Zaragoza.
203	19048	25-VIII-77	Ind.	ORDEN aprobando el contrato entre "Texas Pacific Oil Company of Spain" y el Instituto Nacional de Industria.
209	19573	1-IX-77	Ind.	RESOLUCION publicando la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Guadalajara.
210	19724	2-IX-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Zamora.
210	19724	2-IX-77	Ind.	RESOLUCION caducando las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Oviedo.
215	20199	8-IX-77	I. y E.	ORDEN levantando la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en la zona denominada "Barcelona Uno-Santa Creu de Olorde" (Barcelona).
215	20212	8-IX-77	Ind.	RESOLUCION notificando la cancelación de la concesión de explotación que se cita, de la Delegación Provincial de Tarragona.
215	20212	8-IX-77	Ind.	RESOLUCION publicando el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Teruel.
215	20200	8-IX-77	I. y E.	ORDEN levantando la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona "Avila 530-1" (Avila).
215	20205	8-IX-77	Ind.	ORDEN levantando la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona "Concesión 530-3" (Avila).
216	20310	9-IX-77	Ind.	RESOLUCION publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Guadalajara.
226	21179	21-IX-77	Ind.	RESOLUCION publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Granada.
226	21179	21-IX-77	Ind.	RESOLUCION publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Huesca.
231	21541	27-IX-77	I. y E.	RESOLUCION publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Badajoz.
231	21541	27-IX-77	I. y E.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación que se citan, Delegación Provincial de Badajoz.
231	21541	27-IX-77	I. y E.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Granada.
231	21542	27-IX-77	I. y E.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de León.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
231	21541	27-IX-77	I. y E.	RESOLUCION reduciendo pertenencias del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Ciudad Real.
231	21542	27-IX-77	I. y E.	RESOLUCION publicando el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Santander.
231	21542	27-IX-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Cáceres.
231	21543	27-IX-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Córdoba.
231	21543	27-IX-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Teruel.
231	21543	27-IX-77	Ind.	RESOLUCION otorgando y titulando la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Valencia.
PERSONAL				
180	16898	29-VII-77	Ind.	REAL DECRETO por el que se determina la composición de la Comisión Interministerial Asesora del Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales.
225	21081	20-IX-77	I. y E.	*Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Minas del Departamento.*—Orden por la que se nombra el Tribunal que ha de juzgar la oposición para ingreso en el Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Minas al servicio del Departamento.
HIDROCARBUROS				
155	14705	30-VI-77	Ind.	ORDEN concediendo prórroga de regulación por dos años para los permisos de investigación de hidrocarburos "Golfo de Valencia A a I".
156	14806	1-VII-77	Ind.	REAL DECRETO de otorgamiento de dos permisos de investigación de hidrocarcuros en la zona C, subzona a).
158	14997	4-VII-77	Ind.	ORDEN concediendo prórroga de los permisos de investigación de hidrocarburos "Castellón A, C, D, G e I" y "Golfo de Cádiz B, C, D y E", de los que son titulares "CAMPSA" y "SHELL".
164	15576	11-VII-77	Ind.	ORDEN declarando extinguidos los permisos "Torreviaja" y "Mar Menor".
180	16928	29-VII-77	Ind.	REAL DECRETO de otorgamiento de cinco permisos de investigación de hidrocarburos en la zona A.
185	17413	4-VIII-77	Ind.	ORDEN aprobando el contrato entre "SHELL" y "CAMPSA".
205	19243	27-VIII-77	Ind.	CORRECCION DE ERRORES de la Orden concediendo prórroga de regularización por dos años para los permisos de investigación de hidrocarburos "Golfo de Valencia A a I".
RESERVAS				
166	15748	13-VII-77	Ind.	RESOLUCION cancelando la inscripción número 13, "Villanueva-Encio", comprendida en las provincias de Alava y Burgos.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
166	15749	13-VII-77	Ind.	RESOLUCION cancelando la inscripción número 12, "Villarcayo", comprendida en la provincia de Burgos.
168	15952	15-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para exploración e investigación de yacimientos de estaño, volframio, oro, litio, tántalo y niobio, en un área de la provincia de Salamanca.
168	15952	15-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de las provincias de Cáceres, Toledo y Avila.
168	15952	15-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de la provincia de Santander.
168	15953	15-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de las provincias de Santander y Palencia.
178	16753	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de la provincia de Avila.
178	16753	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de las provincias de Badajoz y Cáceres.
178	16754	27-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de las provincias de La Coruña, Lugo, Orense, Pontevedra, Zamora y León.
180	16927	29-VII-77	Ind.	ORDEN levantando la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos de hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Sierra de la Demanda".
180	16938	29-VII-77	Ind.	ORDEN prorrogando la reserva provisional a favor del Estado, para explotación e investigación de recursos minerales de lignito, "Játiva", inscripción número 9, comprendida en la provincia de Valencia.
180	16941	29-VII-77	Ind.	RESOLUCION cancelando la inscripción número 7, "Concud", comprendida en la provincia de Teruel.
180	16942	29-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de las provincias de Ciudad Real, Albacete y Jaén.
180	16942	29-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de las provincias de Huelva y Badajoz.
180	16942	29-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de 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.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
180	16943	29-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para exploración e investigación de yacimientos minerales de estaño, volframio, niobio, tántalo, litio, titanio y oro, en un área de la provincia de Cáceres.
180	16943	29-VII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para exploración e investigación de yacimientos minerales de estaño, volframio, oro, litio, niobio, tántalo y titanio, en un área de la provincia de Cáceres.
183	17218	2-VIII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para exploración e investigación de yacimientos de la serie carbonatada de minerales de magnesio comprendidos en la Sección C, en un área de las provincias de Guadalajara y Teruel.
183	17219	2-VIII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos, en un área de las provincias de Avila y Salamanca.
185	17413	4-VIII-77	Ind.	ORDEN declarando franca y registrable determinada área investigada por el Estado.
192	18077	12-VIII-77	Ind.	ORDEN levantando la reserva provisonal a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en la zona denominada "Cuenca Tres-Fuencaliente" (Cuenca).
198	18567	19-VIII-77	Ind.	ORDEN levantando la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en la zona denominada "Avila Uno" (Avila).
198	18574	19-VIII-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en un área de la provincia de Sevilla.
202	18941	24-VIII-77	Ind.	ORDEN levantando la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados el niobio y tántalo, hidrocarburos fluidos y rocas bituminosas en determinada área comprendida en el término municipal de Porriño de la provincia de Pontevedra.
227	21263	22-IX-77	Ind.	RESOLUCION publicando la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en un área de las provincias de Santander y Oviedo.
228	21338	23-IX-77	Ind.	ORDEN de prórroga de reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona denominada "Subsector XII-Area 1 (Sn-W-IV-5), comprendida en las provincias de Cáceres y Badajoz, con reducción de superficie.
VARIOS				
158	14982	4-VII-77	O. P.	RESOLUCION concediendo a don Manuel García Cruzado y su esposa, doña Dolores Losada Aguilar, un aprovechamiento de aguas subálveas en terreno de dominio público del río Benamargosa, en término municipal de Vélez-Málaga (Málaga), con destino a riegos.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
163	15433	9-VII-77	O. P.	*Aguas residuales. Vertido al mar.*—Corrección de errores de la Orden de 29 de abril de 1977 por la que se aprueba la "Instrucción para el vertido al mar desde tierra, de aguas residuales a través de emisarios submarinos".
164	15576	11-VII-77	Ind.	*Instalaciones eléctricas.*—Resolución declarando de utilidad pública la instalación eléctrica que se cita, L-2.269, de la Delegación Provincial de Vizcaya.
173	16305	21-VII-77	O. P.	RESOLUCION publicando la concesión otorgada a don Narciso Gultresa Altarriba de un aprovechamiento de aguas públicas subálveas del torrente Gualba o San Iscle, en término municipal de San Feliú de Pallarols (Gerona).
180	16899	29-VII-77	Ind.	REAL DECRETO sobre adscripción del Centro de Estudio de la Energía a la Comisaría de la Energía y Recursos Minerales.
186	17514	5-VIII-77	Ind.	*Petróleos crudos. Precios.*—Orden fijando el precio para las ventas de los petróleos crudos procedentes de las concesiones de explotación "Casablanca" y "Tarraco".
200	18771	22-VIII-77	Ind.	*Aprovechamientos de aguas.*—Resolución publicando la solicitud de aprovechamiento y perímetro de protección para las aguas del pozo que se citan.
200	18771	22-VIII-77	Ind.	*Autorizaciones.*—Resolución autorizando la instalación del oleoducto Vizcaya, Alava, Burgos, Palencia y Valladolid a la "Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos, S. A." (CAMPSA).
203	19047	25-VIII-77	Ind.	*Petróleo. Refino de crudos.*—Resolución aprobando el proyecto de ampliación de la capacidad de destilación de crudos de petróleo hasta 8.000.000 de toneladas métricas por año en la refinería de Algeciras de "Compañía Española de Petróleos, S. A." (CEPSA).
209	19600	1-IX-77	O. P.	*Aprovechamientos de aguas.*— Resolución concediendo a don Antonio Canals Fortanet un aprovechamiento de aguas subálveas del río Anoia, en término municipal de Castellví de Rosanés (Barcelona), con destino a riegos.
209	19600	1-IX-77	O. P.	*Aprovechamientos de aguas.*—Resolución concediendo a don José Pardo Nicolás y doña Dolores Juanpere Gripoll un aprovechamiento de aguas subálveas del torrente Las Ensuciadas, en término municipal de Vallirana (Barcelona), para abastecimiento.
215	20149	8-IX-77	Ind.	*Refinerías de petróleos.*—Resolución modificando la condición sexta de la fecha 21 de junio de 1976, en la que se autoriza la ampliación de la capacidad de refino hasta 8.000.000 de toneladas por año en la refinería de la Empresa "Petróleos del Mediterráneo, S. A." (PETROMED), en Castellón.
216	20310	9-IX-77	Ind.	*Aprovechamientos de aguas.*—Resolución rectificando anuncio relativo a la solicitud de aprovechamiento de las aguas del pozo que se cita.
218	20447	12-IX-77	I. y E.	*Centro para el desarrollo tecnológico industrial.*—Real Decreto creando el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CEDETI).
224	21021	19-IX-77	I. y E.	*Gas. Instalaciones y suministros.*—Resolución autorizando a la Empresa Nacional del Gas, S. A.", la construcción de las instalaciones correspondientes a la provincia de Teruel, relativas a la red de gasoductos para la conducción de gas natural entre Barcelona, Valencia y Vascongadas.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

A. POCOVI JUAN: *Consideraciones sobre la tectónica de edad Oligóceno superior en las Sierras Marginales Prepirenaicas.* Acta Geológica Hispánica. t. XI (1976), número 5, pp. 120-123.

El estudio de la disposición de las diaclasas que afectan a los sedimentos oligocénicos del sinclinal de Rubió, muestra una sucesión de deformaciones que dificulta la interpretación de la estructura de esta región como consecuencia de una sola fase tectónica, de edad oligocénica, bien individualizada.—L. DE A.

R. ARANA y J. M. MARTÍN: *Observaciones geológicas sobre las minas del Cerrajón (Sierra Nevada, Cordilleras Béticas).* Acta Geológica Hispánica, t. XI (1976), número 5, pp. 129-132.

Analiza la posición estratigráfica y tectónica de las mineralizaciones sedimentarias de plomo y zinc del Cerrajón (Sierra Nevada) en los mantos alpujárrides.

La mineralización se presenta en el contacto entre las calizas superiores y los materiales dolomíticos suprayacentes de la Unidad de las Víboras.—L. DE A.

MINERIA

JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA: *Los uniformes de la minería (1777-1977).* Comisión Bicentenario Fundación E.T.S.I. Minas. Madrid, 1977, 72 páginas y 33 láminas color.

Con motivo del bicentenario de la implantación de la enseñanza de la Mineralogía y la Geometría Subterránea en Almadén, escribió el Académico López de Azcona una obra titulada "La enseñanza de la Minería en el mundo hispánico-notas históricas" y el libro ahora publicado es el cap. 11 de la mencionada obra.

Reproduce el documento más antiguo de los encontrados sobre uniformes de la mineria, cual es el de Carlos III dado en San Lorenzo (1778-noviembre-15) concediéndoselo a los jóvenes destinados a estudiar en Almadén, así como el uniforme en color.

Entre los uniformes de hispanoamérica figuran los de: Director de Beneficio de Minerales del Reino de Perú, Director de los Mineros de Perú, Alumno del Colegio de Minería de México, Miembros del Importante Gremio de Minería de Nueva España, Miembros del Importante Gremio de Minería del Reino de Perú.

Entre los uniformes de la metrópoli figuran: Maestro de Mineralogía o de Metalurgia de la Real Fábrica de la Cavädа, Inspector del Real Cuerpo de Minas, Alumno del Colegio Científico, y todas las evoluciones de los diversos uniformes de Ingenieros, Auxiliares y de sus alumnos Facultativos, desde 1836 hasta nuestros días, incluyendo los trajes académicos de los titulados superiores y de los Doctores en Ingeniería.

Interesante complemento del trabajo es la relación de las disposiciones oficiales referentes al tema, con un resumen de su parte dispositiva.

Se trata de una concienzuda investigación sobre el tema, y no tenemos noticias, de otra análoga anterior, sobre uniformes civiles.—L. APARICIO.

PALEONTOLOGIA

ANNA MIR y RAMÓN SALAS: *Tres nuevos carnívoros del yacimiento cuaternario de la Cova d'en Mollet-I Servinyà (provincia de Gerona).* Instituto de Investigaciones Geológicas. Vol. XXXI, 1976, pp. 97-124.

Procedentes de los niveles inferiores de la Cueva d'en Mollet I, Serinyà (provincia de Gerona) y muestreados en la campaña de excavaciones de 1972, se describen y estudian tres nuevos carnívoros. El hallazgo de éstas tres especies en España supone la existencia de depósitos prewürmienses en el yacimiento considerado.—L. DE A.

M. CRUSAFONT PAIRO, J. M.ª GOLPE POSSE y M. PÉREZ RIPOLL: *Nevos restos del preneandertaliense de Cova Negra (Játiva).* Acta Geológica Hispánica, t. XI (1976), núm. 5, pp. 137-141.

Describen algunos materiales mandibulares y dentarios, comprendiendo un DP/4 y un I/1, procedentes de Cova Negra de Bellús (Játiva, Valencia); los materiales son atribuidos a un anteneandertaliense parecido a los de Arago, Fontéchevade et Swanscombe. También dan referencias sobre la deposición vertical y la distribución horizontal de los restos, así como algunos datos sobre la fauna que lo acompaña.—L. DE A.

S. CALZADA: *Sobre Stolmorhynchia limata (Dubar, 1931) braquiópodo del Toarciense catalán.* Acta Geológica Hispánica, t. XI (1976), núm. 5, pp. 142-144.

Revisa el rinconélido toarciense Rhynchonella jurensis var, limara Dubar, 1931. Según sus características internas y externas lo considera como especie independiente perteneciente al género Stomorhynchia.—L. DE A.

MINERALOGIA

CARLOS AYORA IBÁÑEZ: *Las mineralizaciones filonianas del valle del río Rigart (Gerona).* Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad de Barcelona. Volumen XXXI, 1976 pp. 45-54.

Son unas concentraciones minerales en forma de vetas de pirita-arsenopirita-oro-estibina, con ganga de cuarzo y siderita. Se hallan encajadas en unas series lutítico-areníticas atribuidas al Cámbrico-Ordovícico inferior, del zócalo de la cordillera pirenaica.

Describe el entorno geológico regional, la morfología de los depósitos y sus paragénesis. Establecen unas implicaciones genéticas.—L. DE A.

ESTRATIGRAFIA

LUIS SOLÉ-SUGRAÑES: *Formación de esquistosidad por crenulación y disolución.* Acta Geológica Hispánica, t. XI (1976), núm. 5, pp. 113-119.

Estudia el desarrollo de la esquistosidad de crenulación en diversas muestras de pizarras cambro-ordovícicas de los Appalaches centrales (Dutchess Co. Nueva York). La esquistosidad de crenulación se desarrolla en una primera fase por el microplegamiento de los planos de esquistosidad pizarrosa. La forma y orientación de los micropliegues depende de la anisotropia del medio y de la orientación de la dirección de máximo acortamiento respecto la esquistosidad pizarrosa. En una segunda fase se desarrollan superficies de disolución de tipo estilolítico en los flancos de los micropliegues. En una tercera fase, acompañada de metamorfismo, se produce la recristalización de minerales micáceos paralelamente a las superficies de disolución y concentración de cuarzo en las charnelas de los micropliegues.—L. DE A.

SEDIMENTOLOGIA

FEDERICO ORTI CABO y JUAN JOSÉ PUEYO MUR: *Yeso primario y secundario del depósito de Viloví (provincia de Barcelona, España)* Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad de Barcelona. Vol. XXXI, noviembre 1976, pp. 5-33.

El depósito evaporítico de Viloví (provincia de Barcelona, España) muestra características sedimentológicas y petrológicas de interés. Consiste en una secuencia próxima a los 60 metros de espesor integrada dominantemente por yeso con finas intercalaciones de carbonato microcristalino, y alguna capa de arcilla. Han podido distinguir cuatro litofacies en este yeso, que de base a techo son: yeso nodular, agragados radiales, megacristales lenticulares y gipsarenita superior. Las tres litofacies inferiores son de yeso secundario (procedente de hidratación de anhidrita precursora) y la superior de yeso detrítico primario o sinsedimentario. La anhidritización de las tres litofacies inferiores ocurrió en fase diagenética muy temprana. Argumentan que la yesificación de las citadas litofacies ocurrió también en diagénesis temprana, más probablemente que por hidratación tardía (epigenética) en la exhumación. Siguiendo esta interpretación y dadas las características de las litofacies 2 y 3, consideran éstas como una interesante variedad petrográfica de yeso secundario, a sumar a las dos más generalmente aceptadas, porfiroblástica y alabastrina.

El depósito evaporítico de Voloví le interpretan como una sabkha costera, con intensa producción de anhidrita, instalada en el inicio (Tortoniense superior?, Messiniense?), de la sedimentación miocénica en la cuenca del Penedés.—L. DE A.

MONTSERRAT INGLÉS y RAMÓN VAQUER: *Distribución de uranio en sedimentos no carbonosos de la cuenca de Calaf (Barcelona).* Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad de Barcelona. Vol. XXXI, 1976, páginas 35-44.

Realizan un estudio de la distribución vertical de uranio en los materiales oligocenos de la cuenca de Calaf (Barcelona), en los que se hallan intercalados varios niveles de lignito cuyo contenido en uranio es conocido.

Determinan las concentraciones de uranio y de materia orgánica total de los sedimentos dedicando especial atención a la distribución de uranio en los materiales no carbonosos. El contenido de materia orgánica es decisivo para originar zonas con mayor concentración de uranio, aunque la posición en la serie y las características de la roca influyen en la localización del elemento.—L. DE A.

MARÍA SAN MIGUEL ARRIBAS: *Importancia de los cocolitofóridos en la formación de las rocas carbonatadas.* Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad de Barcelona. Vol. XXXI 1976, pp. 133-146.

El Microscopio electrónico de barrido ha puesto en evidencia que la mayoría de las partículas de calcita consideradas hasta ahora de origen físico-químico son, en realidad, cocolitos enteros o fragmentados.

Indica el posible origen de las manopartículas de calci-

ta no identificables y expone la transformación diagenética de Discoaster deflandrei en su gránulo de calcita.—L. DE A.

GEOQUIMICA

CARMEN PARÍS y JOSÉ F. ALBERT-BELTRÁN: *Sobre la génesis de las aguas carbónicas de la provincia de Gerona.* Acta Geológica Hispánica, t. XI (1976), núm. 5, páginas 124-128.

Las aguas carbónicas de la provincia de Gerona están ligadas en profundidad a un proceso termal de baja entalpía. El hecho se pone de manifiesto al comparar el quimismo de estas aguas con los típicamente termales de Cataluña y aplicar geotermómetros químicos. Comprueban las limitaciones de los geotermómetros clásicos ante la presencia de CO_2 y aparece el basado en el equilibrio albita-anortita como el de aplicación más idónea junto con la gráfica de solubilidad del SiO_2 de Siever (1962).—L. DE A.

ENCARNACIÓN PELLITERO, JULIO SAAVEDRA, ANTONIO GARCÍA SÁNCHEZ y ANTONIO ARRIBAS MORENO: *Geoquímica del W en el área circundante al yacimiento de scheelita de Barruecopardo (Salamanca).* Acta Geológica Hispánica, t. XI (1976), núm. 5, pp. 133-136.

La microclinización, proceso ácido débil, implica una corrosión de plagioclasas y una transformación biotita-clorita, con paso del W de dicha biotita a la fase volátil, bajo forma compleja. El descenso de presión en las fisuras (filones) hace precipitar a los volframatos. Este mecanismo explica el empobrecimiento en W en las inmediaciones del yacimiento y justifica una explicación geoquímica y mineralógica.—L. DE A.

INVESTIGACION ESPACIAL

A. SAN MIGUEL y J. L. AMORÓS: *Comparative model of the interior of the Earth and Moon.* Instituto de Investigaciones Geológicas. Universidad de Barcelona. Vol. XXXI, 1976, pp. 73-96.

Aborda el problema de la constitución interna de la Tierra y la Luna y por extensión la de los demás planetas terrestres, intentando el establecimiento de un principio o teoría general basada fundamentalmenee en su situación en el sistema solar y en la acción de fuerzas rotacionales y gravitacionales, como consecuencia de la dinámica de los cuerpos planetarios.

Dentro de la lógica de la evolución planetaria, no parece razonable pretender desarrollar una teoría particular para cada uno de los Planetas, siendo así que todos ellos constituyen una familia de cuerpos dentro del Sistema Solar, regidos por unas mismas leyes y principios físicos.

Los modelos clásicos sobre la estructura interna de la Tierra están basados fundamentalmente en datos geofísicos sobre velocidad de propagación de ondas sísmicas y en la idea del paso de la Tierra por un estado primitivo de fusión.

Las investigaciones se polarizan sobre el significativo papel de la presión en la estabilidad mineral y su implicación en una visión general de la constitución interna de la Tierra.

De acuerdo con esta orientación Amorós y San Miguel (1968) desarrollaron un modelo de la estructura interna de la Tierra.

Basándose en la teoría del enlace químico, exponen el efecto de las presiones altas sobre el carácter del enlace químico y la posibilidad de una progresiva conversión del enlace iónico-covalente a enlace covalente preponderante y luego a enlace metálico con el aumento de la presión. Este cambio de tipo de enlace va acompañado por cambios en el número de coordinación lo que se asocia a las zonas de discontinuidad en el interior de la Tierra. La transición metálica sería la responsable de la existencia del núcleo terrestre, mientras que la zona de transición entre el enlace covalente y el metálico daría lugar al núcleo externo caracterizado por la alta movilidad de los electrones. A partir de esta idea y suponiendo que la estructura interna depende fundamentalmente del radio del Planeta, lo que determina el campo de presiones posibles, establecen un modelo lunar.—L. DE A.

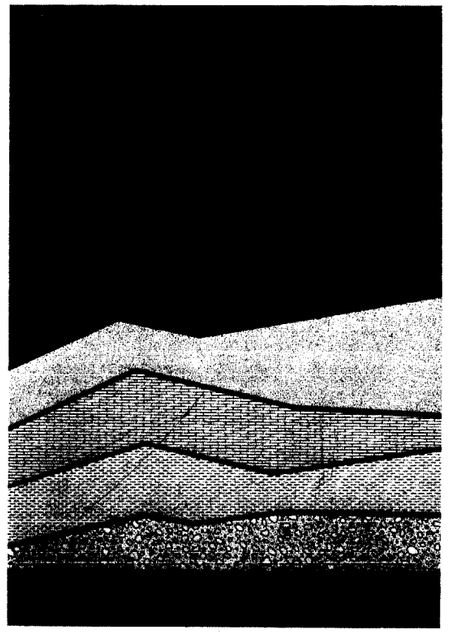
ESPELEOLOGIA

JAVIER GORROCHATEGUI: *Catálogo de talleres líticos del centro/oeste de Vizcaya y extremo oriental de Santander.* Kobie (Bilbao). Grupo Espeleológico Vizcaíno. Excelentísima Diputación de Vizcaya. Boletín núm. 7, 1977, pp. 45 a 68.

Los talleres líticos mencionados son: 1, Munari'ko Landa-Saiherri. 2. Kastillo'ko Landa-Ganguren. 3. Pagasarri-Ganekogorta. 4. Larrebilla (La Revilla). 5. El Saúco-Aldape. 6. Koliza-Campo del Fraile. 7. El Mello-Alén-Cerredo. 8. Lama.—L. DE A.

JOSÉ SARACHAGA SAINZ: *Hallazgo de dos dólmenes prehistóricos en el monte Oiz (Bérriz-Vizcaya).* Kobie (Bilbao). Grupo Espeleológico Vizcaíno. Excma. Diputación de Vizcaya. Boletín núm. 7, 1977. pp. 69 a 72.

Describe el autor los dos dólmenes hallados: el de Ama Birgiñen Baso y el de Ipilarrieta.—L. DE A.



— Reserva «Zona de Huelva»:

1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castiblanco de los Arroyos.
2 - Estudio Geológico y Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán
3 - Estudio Geológico y Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.

Precio de cada ejemplar, 300 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1

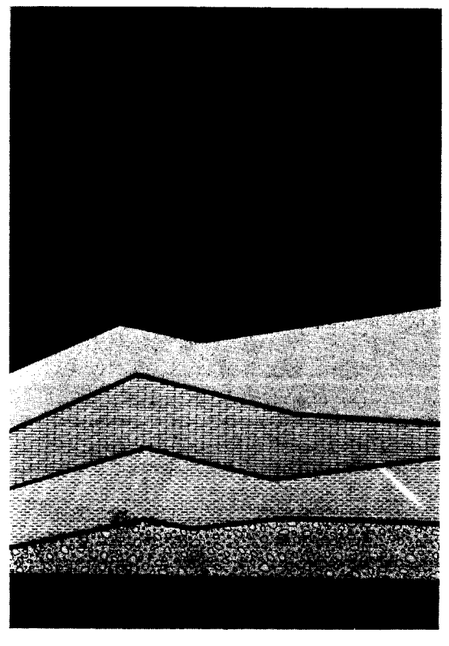
La amplia labor investigadora del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se engloba en el Plan Nacional de Minería programado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, ha obligado a valorar la importancia económica de las aguas subterráneas en nuestro país. A este respecto, la División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E. proyecta la realización de una Cartografía Nacional del Coste del Agua Subterránea, con base en los profundos conocimientos adquiridos en la etapa de Investigación llevada a cabo durante el III Plan de Desarrollo.

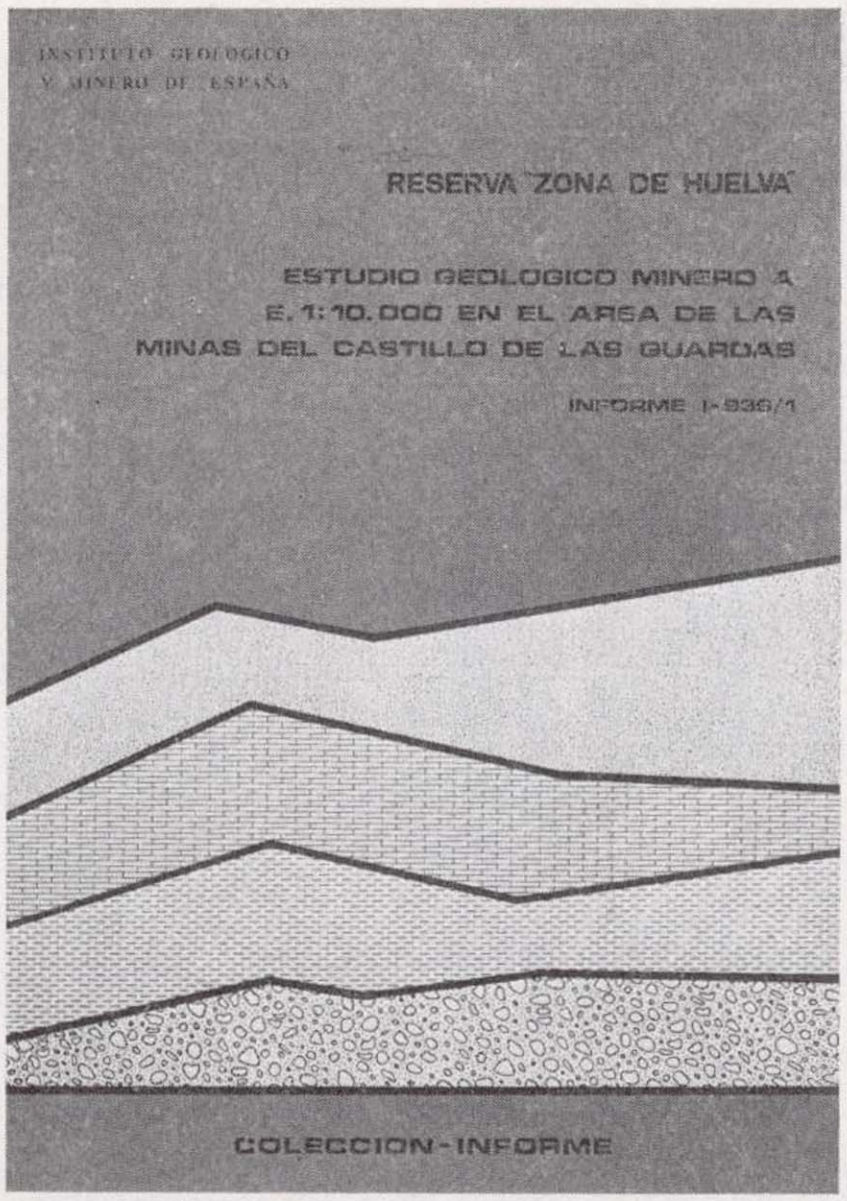
El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

Precio de cada ejemplar, 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1





— Reserva «Zona de Huelva»:

1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castiblanco de los Arroyos.
2 - Estudio Geológico y Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán
3 - Estudio Geológico y Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.

Precio de cada ejemplar, 300 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1

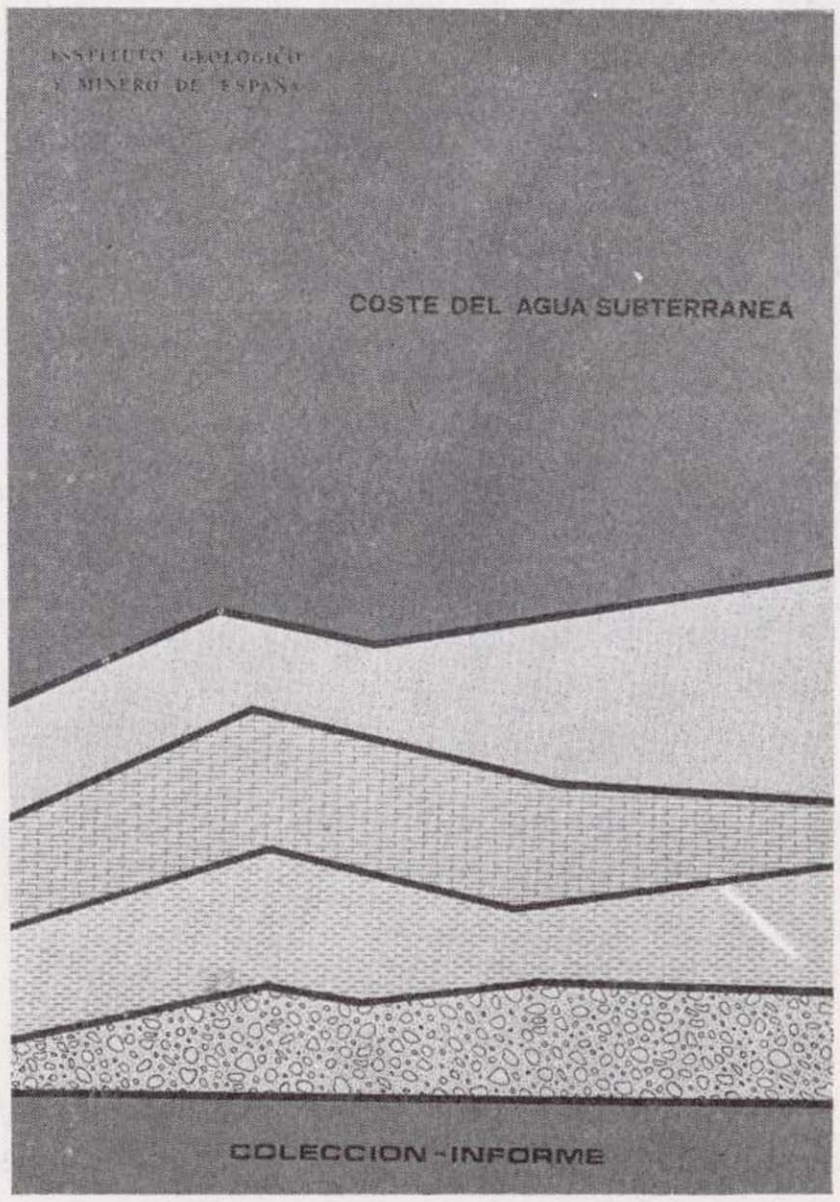
La amplia labor investigadora del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se engloba en el Plan Nacional de Minería programado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, ha obligado a valorar la importancia económica de las aguas subterráneas en nuestro país. A este respecto, la División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E. proyecta la realización de una Cartografía Nacional del Coste del Agua Subterránea, con base en los profundos conocimientos adquiridos en la etapa de Investigación llevada a cabo durante el III Plan de Desarrollo.

El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

Precio de cada ejemplar, 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1



Mapa Geoteécnico 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.
9/10	Segovia.	10/11	Madrid.
9/11	San Lorenzo del Escorial.	10/12	Getafe.
9/12	Navalcarnero.	10/13	Mora.
		11/9	Sigüenza.
		11/10	Brihuega.
		11/11	Guadalajara.
		11/12	Tarancón.

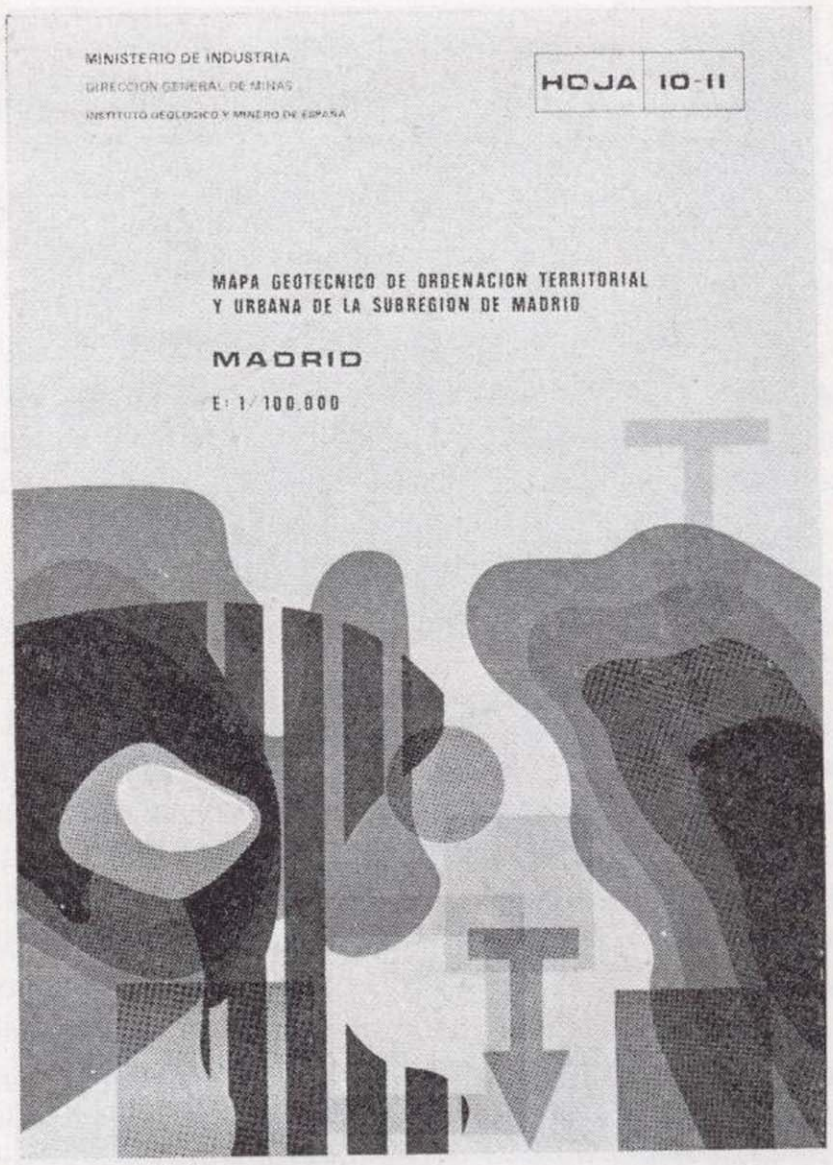
Precio de cada ejemplar: 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1





Anuario de la evolución de los niveles piezométricos en los sistemas acuíferos españoles.

Realizado por la División de Aguas Subterráneas del IGME.

- Cuenca del Duero.
- Cuenca del Guadiana.
- Cuenca del Guadalquivir.
- Cuenca del Sur.
- Cuenca del Segura.
- Cuenca alta del Júcar.
- Cuenca media y baja del Júcar.
- Baleares.

Precio de cada ejemplar: 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1

Mapa Geoteécnico 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.
9/10	Segovia.	10/11	Madrid.
9/11	San Lorenzo del Escorial.	10/12	Getafe.
9/12	Navalcarnero.	10/13	Mora.
		11/9	Sigüenza.
		11/10	Brihuega.
		11/11	Guadalajara.
		11/12	Tarancón.

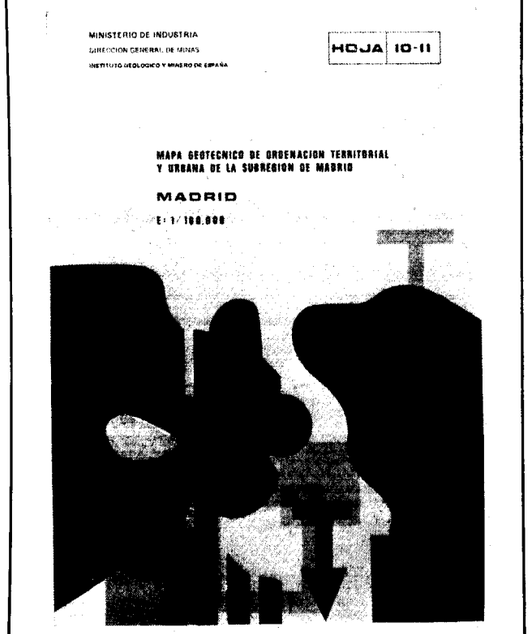
Precio de cada ejemplar: 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1





Anuario de la evolución de los niveles piezométricos en los sistemas acuíferos españoles.

Realizado por la División de Aguas Subterráneas del IGME.

- Cuenca del Duero.
- Cuenca del Guadiana.
- Cuenca del Guadalquivir.
- Cuenca del Sur.
- Cuenca del Segura.
- Cuenca alta del Júcar.
- Cuenca media y baja del Júcar.
- Baleares.

Precio de cada ejemplar: 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1

COLECCION - MEMORIAS

Bajo el nombre de Memorias del Instituto Geológico y Minero de España se viene publicando esta colección desde el año 1854. Son series monográficas sobre temas geológico-mineros. En existencia las siguientes:

Precio ejemplar ordinario, 300 ptas.; extraordinario (*), 500 ptas.

Tomo 26 - 1913. **Varios.** Criaderos de hierro de España. Volumen I. Murcia.

Tomo 28 - 1911. **D. de Orueta.** Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda.

Tomo 36 - 1929. **F. Azpeitia Moros.** Monografía de las melanopsis vivientes y fósiles de España.

Tomo 38 - 1933. **F. Azpeitia Moros.** Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen I.

Tomo 39 - 1933. **F. Azpeitia Moros.** Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen II.

Tomo 40 - 1933. **J. García Siñériz.** 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 Siñériz.** La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen. III.

Tomo 56 - 1955. **IGME.** Las nuevas ediciones oel Mapa geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955).

Tomo 60 - 1959. **P. Comte.** Recherches sur les terrains anciens de la Cordillere Cantabrique.

Tomo 61 - 1960. **J. Oliveros y B. Escandell,** con la colaboración de **G. Colom.** Temas geológicos de Mallorca.

Tomo 62 - 1961. **Febrel Molinero.** Introducción al estudio de la Petrología estructural.

Tomo 64 - 1963. **T. 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 Carbonifére Ante-Stephanien des Pyreneés. Centrales Espagnoles.

Tomo 71 - 1969. **F. Rambaud Pérez.** El Sinclinal Carbonífero de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas.

Tomo 72 - 1970. **J. A. Vera.** Estudio geológico de la Zona Subbética en la Transversal de Loja y sectores adyacentes.

Tomo 73 - 1970. **E. Bouix.** Contribution a l'étude des Formations Ante-Ordoviciennes de la Meseta Meridionale (Ciudad Real et Badajoz).

Tomo 74 - 1970. **R. Hernando de Luna.** Biografía Geológico-minera de la Provincia de Córdoba.

Tomo 75 - 1970. **F. Lozte.** El Cámbrico de España.

Tomo 76 - 1970. **J. Pérez Regodón.** Guía Geológico-Minero de la Provincia de Madrid.

Tomo 77 - 1970. **K. Strauss.** Sobre la geología de la provincia piritífera del suroeste de la Península Ibérica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de pirita de Lousal (Portugal).

Tomo 78 (*) - 1971. **J. Ramírez del Pozo.** Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica).

Tomo 79 (*) - 1971. **División de Geología del IGME.** Estudio Geológico de la provincia de Guipúzcoa (cuadros y mapas, escala 1:50.000).

Tomo 80 - 1971. **L. Vilas Minondo.** El Paleozoico Inferior y Medio de la cordillera cantábrica entre los ríos Porma y Bernesga (León).

Tomo 81 (*) - 1972. **C. Alvarez Fernández, J. E. Coma Guillén, C. Lucena Bonny, J. Porras Martín, M. A. San José Lancha y N. Quang Trac.** Mapa Hidrogeológico Nacional. Explicación y Mapas de Lluvia útil. Reconocimiento hidrogeológico y Síntesis de los sistemas acuíferos.

Tomo 83 (*) - 1972. **División de Geología del IGME.** Estudio Geológico de la Provincia de Alava (Cuadros y Mapa, escala 1:50.000).

Tomo 84 (*) - 1972. **F. J. Martínez Gil.** Estudio Hidreológico del Bajo Ampurdán (Gerona).

Tomo 85 (*) - 1974. **M. Colchen.** Geología de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño).

Tomo 86 - 1975. **L. López Ruiz, A. Aparicio y L. García Cacho.** El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama. Sistema Central Español.

Tomo 87. - 1975. **M. A. Caballero y J. L. Martín Vivoldi.** Estudio Mineralógico y Genético de la fracción fina del Trías Español.

Tomo 88 - 1975. **A. Aparicio, J. L. Barrera, J. M.ª Caraballo, M. Peinado y J. M.ª Tinad.** Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español.

Tomo 89 - 1976. **F. Vázquez Guzmán y F. Fernández Pompa.** Contribución al conocimiento Geológico del Suroeste de España.

Tomo 90 - 1977. **R. Lunar Hernández.** Mineralogénesis de los yacimientos de hierro del Noroeste de la Península.

Tomo 91 - 1977. **C. F. López Vera.** Hidrogeología regional de la cuenca del Río Jarama en los alrededores de Madrid.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 234 13 28

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid -1. Telf. 276 20 01

COLECCION-INFORMES

Informes y Proyectos del I G M E. Obras monográficas que recogen los últimos trabajos de investigación realizados por el I G M E.

Precio de cada ejemplar, 300 ptas.

VOLUMENES PUBLICADOS

Estudio Hidrogeológico 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 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.

— Prospección a la Batea de minerales aluvionares en la provincia de Cáceres. Area 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 Area de Mazarambroz (Toledo). Fase Previa.

— Estudio Previo para la investigación de Bauxita en el Subsector I., Cataluña, Area 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, Area I. MAZAGON (Huelva). Fase Previa.

— Exploración de Minerales Magnéticos en Sierra Blanca (Málaga).

— Investigación minera en el área Vimbodi-Selva (Tarragona).

— Investigación de lignitos en Meirama (La Coruña).

— Investigación minera en Hiendelaencina (Guadalajara).

— Investigación minera en la zona Silleda-Bearlz (Galicia).

— Investigación minera preliminar en la plataforma continental submarina (Málaga-Gibraltar).

— Proyecto: Investigación de estaño-wolframio en la Zona Monterrey-Maceda (Orense).

— Monografía de Sustancias Minerales. Circonio.

— Monografía de Sustancias Minerales. Barita.

— Monografía de Sustancias Minerales. Antimonio.

— Monografía de Sustancias Minerales. Litio.

— Monografía de Sustancias Minerales. Niobio y Tántalo.

— Monografía de Sustancias Minerales. Esquistos bituminosos.

— Monografía de Sustancias Minerales. Sal Gema.

— Monografía de Sustancias Minerales. Estaño.

— Monografía de Sustancias Minerales. Titanio.

— Monografía de Sustancias Minerales. Wolframio.

— Monografía de Sustancias Minerales. Manganeso.

— Monografía de Sustancias Minerales. Espato flúor.

— Monografía de Sustancias Minerales. Níquel.

— Monografía de Sustancias Minerales. Sales Potásicas.

— Monografía de Sustancias Minerales. Volframio.

— Monografía de Rocas Industriales. Arenas y Gravas.

— Monografía de Rocas Industriales. Bauxita y Laterita.

— Monografía de Rocas Industriales. Asbestos, Talco y Pirofilita.

— Monografía de Rocas Industriales. Rocas Silicoaluminosas.

— Monografía de Rocas Industriales. Vidrios Volcánicos.

— Monografía de Rocas Industriales. Dunita y Olivino.

— Monografía de Rocas Industriales. Pizarras.

— Monografía de Rocas Industriales. Rocas Calcáreas Sedimentarias.

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MEMORIA - RESUMEN

Precio del ejemplar: 300 ptas.

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, como organismo dedicado a la investigación, consciente de su responsabilidad y de su dilatada experiencia en el campo de las aguas subterráneas, inició en el año 1970, con carácter urgente, la investigación hidrogeológica del país, bajo el «PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS», encuadrado dentro del «PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA».

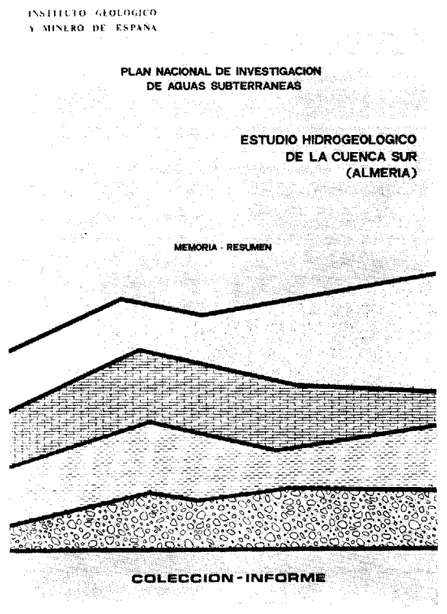
Dada la complejidad de los trabajos a realizar y ante la IMPOSIBILIDAD de atender simultáneamente a todo el Territorio Nacional la PLANIFICACION de la investigación basada en los criterios de:

— Terminar las investigaciones en curso.

— Cuantificar los recursos subterráneos de cada región.

— Conocer los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las grandes áreas con problemas más urgentes eligiéndose entre ellas la provincia de ALMERIA, como una de las regiones de España más deficitaria de agua.



En el período 1971-1975 se han realizado simultáneamente los siguientes proyectos de investigación.

— Cuenca MEDIA Y BAJA DEL JUCAR.

— Cuenca ALTA del JUCAR Y SEGURA.

— Cuenca MEDIA Y BAJA DEL SEGURA.

— Cuenca ALTA Y MEDIA DEL GUADIANA.

— Cuenca SUR-ZONA OCCIDENTAL (Málaga).

— Cuenca SUR-ZONA ORIENTAL (Almería).

— Baleares,

y se terminaron los estudios de la Cuenca del Guadalquivir, iniciándose los estudios de la Cuenca del Duero. Por lo tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente Memoria es un resumen de la investigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título «ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR-ALMERIA».

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

Además de este Informe la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campañas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general y particularmente de las Entidades o Corporaciones locales de la Provincia de Almería.

Dicho INFORME consta de 11 volúmenes, cuyos títulos son:

MEMORIA - RESUMEN.

INFORME I	Marco geográfico y económico.
INFORME II	Climatología e hidrología.
INFORME III	Demanda.
INFORME IV	Planes hidráulicos.
INFORME V	Campo de Dalías.
INFORME VI	Cuenca del Andarax.
INFORME VII	Cuencas del Almanzora y Antas.
INFORME VIII	Cuenca del Aguas.
INFORME IX	Cuenca del Adra.
INFORME X	Campo de Níjar.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000

2.ª Serie (proyecto MAGNA)

Relación de Hojas y Memorias publicadas. Precio de cada ejemplar, 400 ptas.

1. Carlño.
2. Cillero.
3. San Ciprián.
6. San Salvador de Serantes.
7. Cedeira.
8. Vivero.
12. Busto.
13. Avilés.
14. Gijón.
15. Lastres.
21. La Coruña.
22. Puentedeume.
23. Puentes de García Rodríguez.
28. Grado.
29. Oviedo.
30. Villaviciosa.
33. Comillas.
34. Torrelavega.
35. Santander.
36. Castro Urdiales.
37. Algorta.
38. Bermeo.
39. Lequeitio.
40. Jaizquíbel.
41. Irún.
47. Villalba.
52. Proaza.
53. Mieres.
61. Bilbao.
62. Durango.
63. Eibar.
64. San Sebastián.
65. Vera de Bidasoa.
66. Maya del Baztán.
72. Lugo.
78. Pola de Lena.
88. Vergara.
91. Valcarlos.
91 bis. Mendizar.
97. Guntín.
98. Baralla.
154. Lalín.
155. Chantada.
159. Bembibre.
175. Singües.
187. Orense.
188. Nogueira de Ramuín.
204. Logroño.
207. Sos del Rey Católico.
225. Ribadavia.
226. Allariz.
236. Estudillo.
237. Castrogeriz.
243. Calahorra.
244. Alfaro.
245. Sádaba.
263. Celanova.
264. Ginzo de Limia.
274. Torquemada.
282. Tudela.
300/301. Lovios.
302. Baltar.
320. Tarazona de Aragón.
329. Pons.
330. Cardona.
331. Puigreig.
336. Portela d'Home.
351. Olvega.
362. Calaf.
363. Manresa.
364. La Garriga.
391. Igualada.
392. Sabadell.
393. Mataró.
417. Espluga de Francolí.
418. Montblanch.
419. Villafranca del Panadés.
420. Hospitalet de Llobregat.
446. Valls.
447. Villanueva y Geltrú.
448. Prat de Llobregat.
473. Tarragona.
494. Calanda.
495. Castellseras.
510. Marchamalo.
545. Morella.
546. Ulldecona.
547. Alcanar.
570. Albocácer.
571. Vinaroz.
571 bis. Con la 571.
582. Getafe.
583. Arganda.
584. Mondéjar.
593. Cuevas de Vinromá.
594. Alcalá de Chisvert.
607. Tarancón.
614. Manzanera.
615. Alcora.
616. Villafamés.
617. Faro de Oropesa.
631. Oropesa.
632. Horcajo de Santiago.
635. Fuentes.
636. Villar del Humo.
637. Landete.
638. Alpuente.
640. Segorbe.
641. Castellón de la Plana.
642. Islas Columbretas. Con la 641.
659. Lillo.
663. Valera de Abajo.
664. Enguidanos.
665. Mira.
666. Chelva.
668. Sagunto.
669. Moncofar.
690. Santa María del Campo Rus.
691. Motilla del Palancar.
693. Utiel.
694. Chulilla.
696. Burjasot.
719. Venta del Moro.
720. Requena.
722. Valencia.
761. Llanos del Caudillo.
763. Sotuélamos.
788. El Bonillo.
789. Lezusa.
794. Canals.
796. Gandía.
814. Villanueva de la Fuente.
820. Ontenlente.
821. Alcoy.
823. Jávea.
826. Chelva.
827. Alconchel.
828. Barcarrota.
831. Zalamea de la Serena.
851. Rabito.
852. Villanueva del Fresno.
856. Maguilla.
884. La Carolina.
885. Santisteban del Puerto.
890. Calasparra.
891. Cieza.
893. Elche.
894. Cabo de Santa Pola.
903. Montoro.
907. Villacarrillo.
908. Santiago de la Espada.
910. Caravaca.
911. Cehegín.
912. Mula.
913. Orihuela.
919. Almadén de la Plata.
920. Constantina.
921. Navas de la Concepción.
922. Santa María de Trassierra.
923. Córdoba.
924. Bujalance.
931. Zarcilla de Ramos.
932. Coy.
933. Alcantarilla.
934. Murcia.
940. Castilblanco de los Arroyos.
941. Ventas Quemadas.
942. Palma del Río.
943. Posadas.
944. Espejo.
953. Lorca.
954. Totana.
955. Fuente Alamo de Murcia.
962. Alcalá del Río.
963. Lora del Río.
964. La Campana
965. Ecija.
975. Puerto Lumbreras.
976. Mazarrón.
977. Cartagena.
978. Llano del Beal.
983. Sanlúcar la Mayor.
984. Sevilla.
997. Aguilas.
997 bis. Cope.
999. Huelva.
1.000. Moguer.
1.001. Almonte.
1.002. Dos Hermanas.
1.003. Utrera.
1.013. Macael.
1.014. Vera.
1.015. Garrucha.
1.016. Los Caños. Con la 999.
1.017. El Abalario.
1.018. El Rocío.
1.030. Tabernas.
1.031. Sorbas.
1.032. Mojácar.
1.033. Palacio de Doñana.

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

MAPAS NACIONALES A ESCALA 1 : 200.000

En esta escala se encuentran totalmente publicados los mapas siguientes:

De Síntesis Geológica:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 400 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario por existir cartografía de éste a escala 1 : 100.000.)

Metalogenético:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 400 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario.)

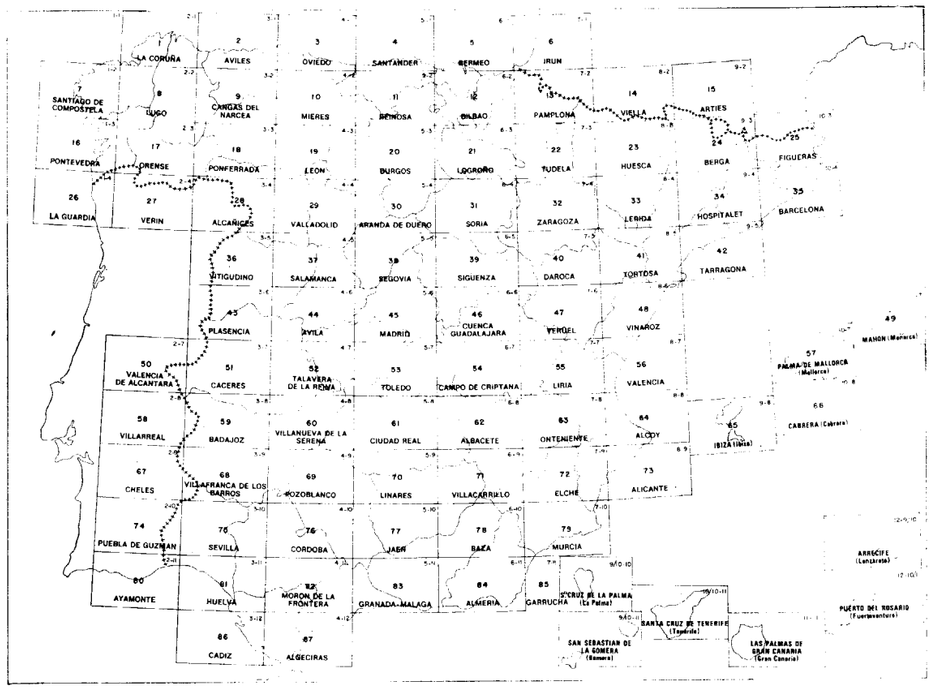
Geotécnico General:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precia del ejemplar: 300 ptas. Hoja y Memoria.

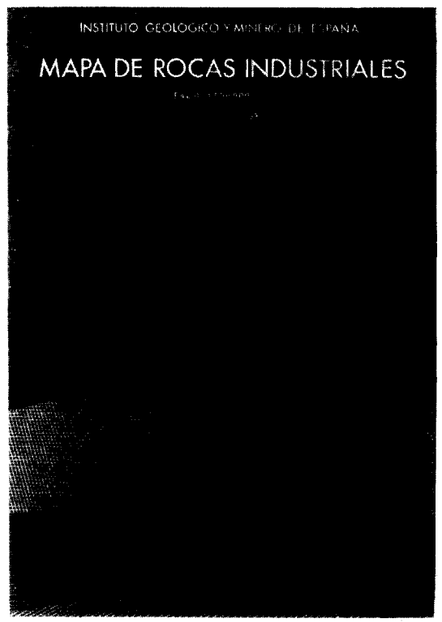
De Rocas Industriales:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precia del ejemplar: 300 ptas. Hoja y Memoria.

División en Hojas del Mapa de España a Escala 1:200.000 (Mapas de Síntesis Geológica, Geotécnico General, de Rocas Industriales y Metalogenético)



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)
SERVICIO DE PUBLICACIONES. MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)



ATLAS E INVENTARIO DE ROCAS INDUSTRIALES

Realizado por la División de Geotecnia del IGME

Comprende los siguientes grandes apartados:

1. LAS ROCAS INDUSTRIALES Y SU APROVECHAMIENTO GLOBAL.
2. PLANIFICACION DE LA INVESTIGACION DE ROCAS INDUSTRIALES EN EL III PLAN DE DESARROLLO.
   — Planificación del estudio de los mapas de Rocas Industriales 1:200.000.
   — Planificación de estudios sectoriales.
3. INVENTARIO Y MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES 1:500.000.
   — Mapa director.
   — Mapa de provincias y división de hojas 1:200.000.
   — Inventario y mapa de Rocas Industriales 1:500.000.
4. INFORMACION ESTADISTICA.
   — Cuadro de explotación de Rocas Industriales por provincias y tipos de rocas.
   — Cuadro de utilización de las principales Rocas Industriales.
   — Importación y exportación de Rocas Industriales.
   — Cuadros de utilización de las Rocas Industriales por provincias.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1

OTRAS PUBLICACIONES CARTOGRAFICAS

Mapas Geológicos Varios

	Ptas.
— Geológico de la Isla de Fuerteventura - Escala 1:100.000	300
— Geológico de la Isla de Gran Canaria - Escala 1:100.000	300
Geológico de la Isla de Lanzarote - Escala: 1:100.000	300
— Geológico de la Isla de Tenerife - Escala 1:100.000	300
— Geológico de la provincia de Guipúzcoa - Escala 1:100.000	300
— Geológico de la Cuenca del Duero - Escala 1:250.000	300
— Petrográfico y estructural de Galicia - Escala 1:400.000	300
— Litológico de España - Escala 1:500.000	700
— de Síntesis y Sistemas Acuíferos - Escala 1.166.000.	100
— Sismotécnico de la Península Ibérica - Escala 1:2.500.000	100

Mapa Geológico Nacional - Escala 1:400.000

Consta de una hoja y memoria descriptiva. La edición completa se compone de 64 hojas, en existencia las siguientes:

Ejemplar: 200 ptas.

Hoja n.°	
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.°		Hoja n.°	
1.	Almería.	7.	Madrid.
3.	Cáceres.	8.	Murcia.
4.	Cádiz.	9.	Salamanca.
5.	La Coruña.	10.	Valencia.

Mapas Geológicos - Escala 1:1.000.000

Ejemplar: 300 ptas.

— Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (6.ª edición).
— de Reconocimiento Hidrogeológico.
— de Lluvia Util y Escorrentía
— Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias.
— Tectónico de la Península Ibérica y Baleares.
— de Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos.

Mapa Metalogenético de España - Escala 1:1.500.000

Ejemplar: 400 ptas.

La colección completa consta de 17 hojas y memorias referidas a las siguientes sustancias:

Hoja n.°		Hoja n.°		Hoja n.°	
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.		
5.	Cobre.	11.	Manganeso.	16.	Titanio.
6.	Estaño.	12.	Mercurio.	17.	Wolframio.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23 - Teléfono 234 13 28 - Madrid-3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
Claudio Coello, 44 - Teléfono 276 20 01 - Madrid-1

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.

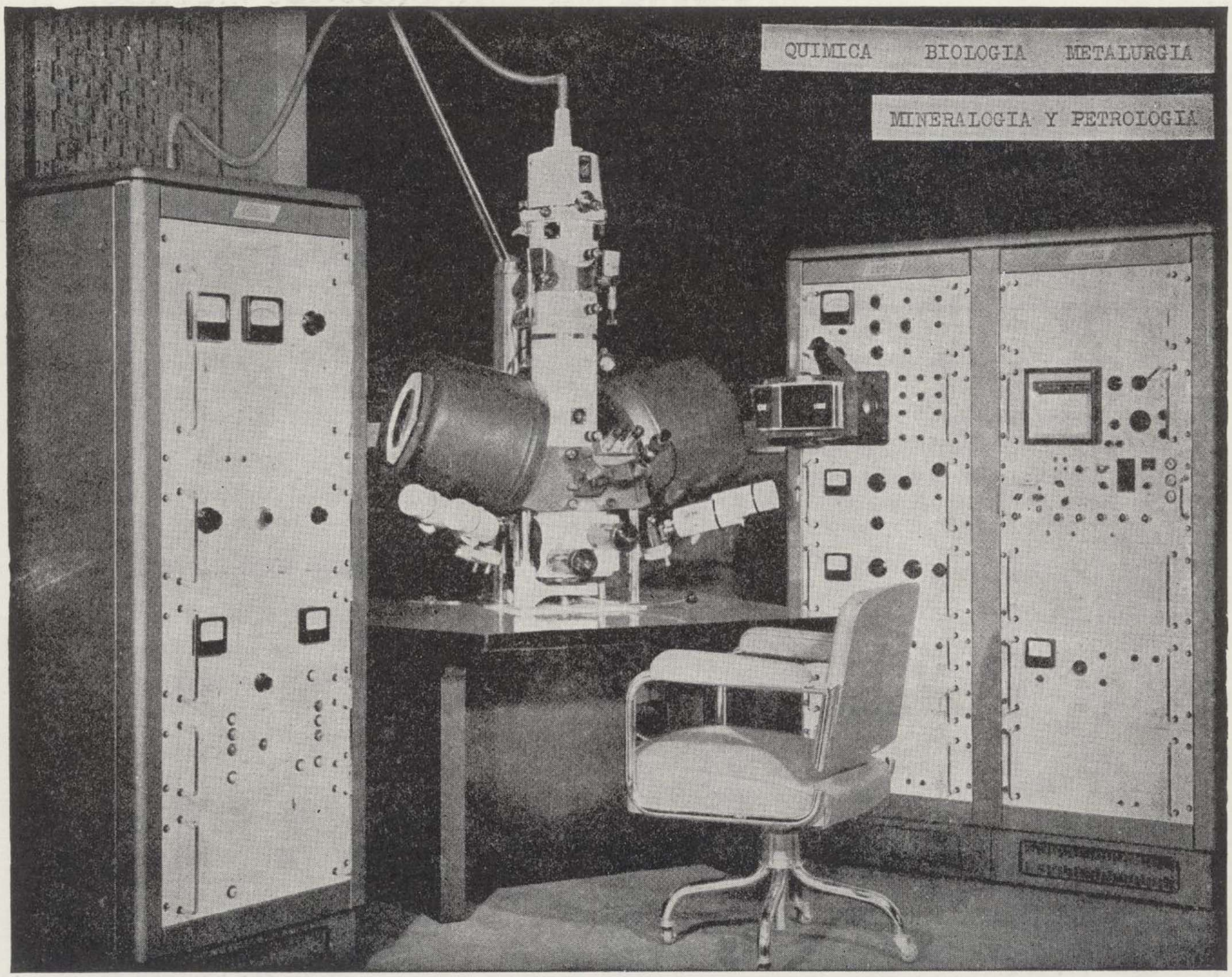
La Redacción del BOLETÍN introducirá cuantas modificaciones sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad del mismo. De estas modificaciones se informará al autor.

Toda la correspondencia referente a las publicaciones deberá dirigirse a:

Leopoldo Aparicio. Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. Madrid-3

LABORATORIO
DE MICROSONDA ELECTRONICA



★ **Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micras.**

★ **Especialmente indicada en la resolución de problemas de Mineralogía y Petrología, así como en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc.**

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23 **Teléf. 254 22 00** **Madrid - 3**

LABORATORIO
DE MICROSONDA ELECTRONICA



★ **Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micras.**

★ **Especialmente indicada en la resolución de problemas de Mineralogía y Petrología, así como en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc.**

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23 **Teléf. 254 22 00** **Madrid - 3**

Al servicio de la Perforación desde 1954

Le resuelve cualquier problema de perforación.

SONDEOS:

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.°
TELF. 261 08 07
MADRID - 6



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)