

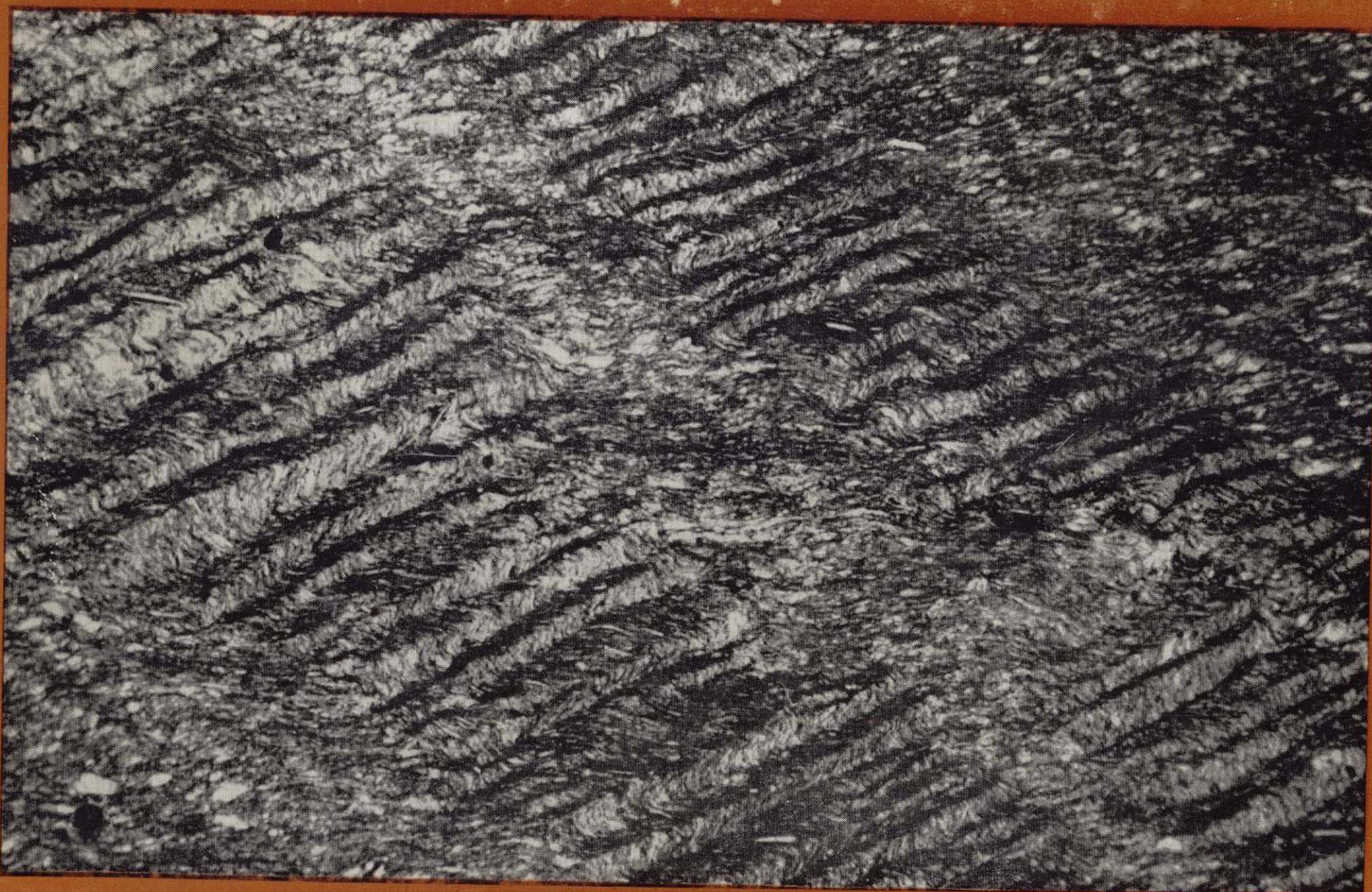
En este número:

- Nota sobre la presencia de *Araucarites* sp., en el yacimiento Purbeck del Montsec de Rubies (Lérida).
- Geología del sinclinorio de São Mamede-La Codosera, zona española (provincias de Cáceres y Badajoz).
- Sobre la Paleobiología del Vallesiense de la región de Sabadell.
- Aspectos geológicos de la cuenca terciaria de Puentes de García Rodríguez (provincia de La Coruña).
- Contribución al estudio metalogénico del Yacimiento «Mina Carmina», San Martín de Oscos (Asturias).
- Nuevos datos sobre la génesis del yacimiento de lignitos límnicos de Meirama (La Coruña).
- Estudio de las mineralizaciones de plomo-zinc-cobre del Permotrias del Complejo Maláguide en los alrededores de Vélez Rubio (Almería).

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874 T. XC, Quinto Fascículo. Septiembre-Octubre 1979

boletín geológico y minero

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





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



**geológicos
minerales
hidrogeológicos
geotérmicos
geotécnicos**

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

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

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

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



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

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

AGUA Y SUELO, S. A.

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

M A D R I D - 1 6

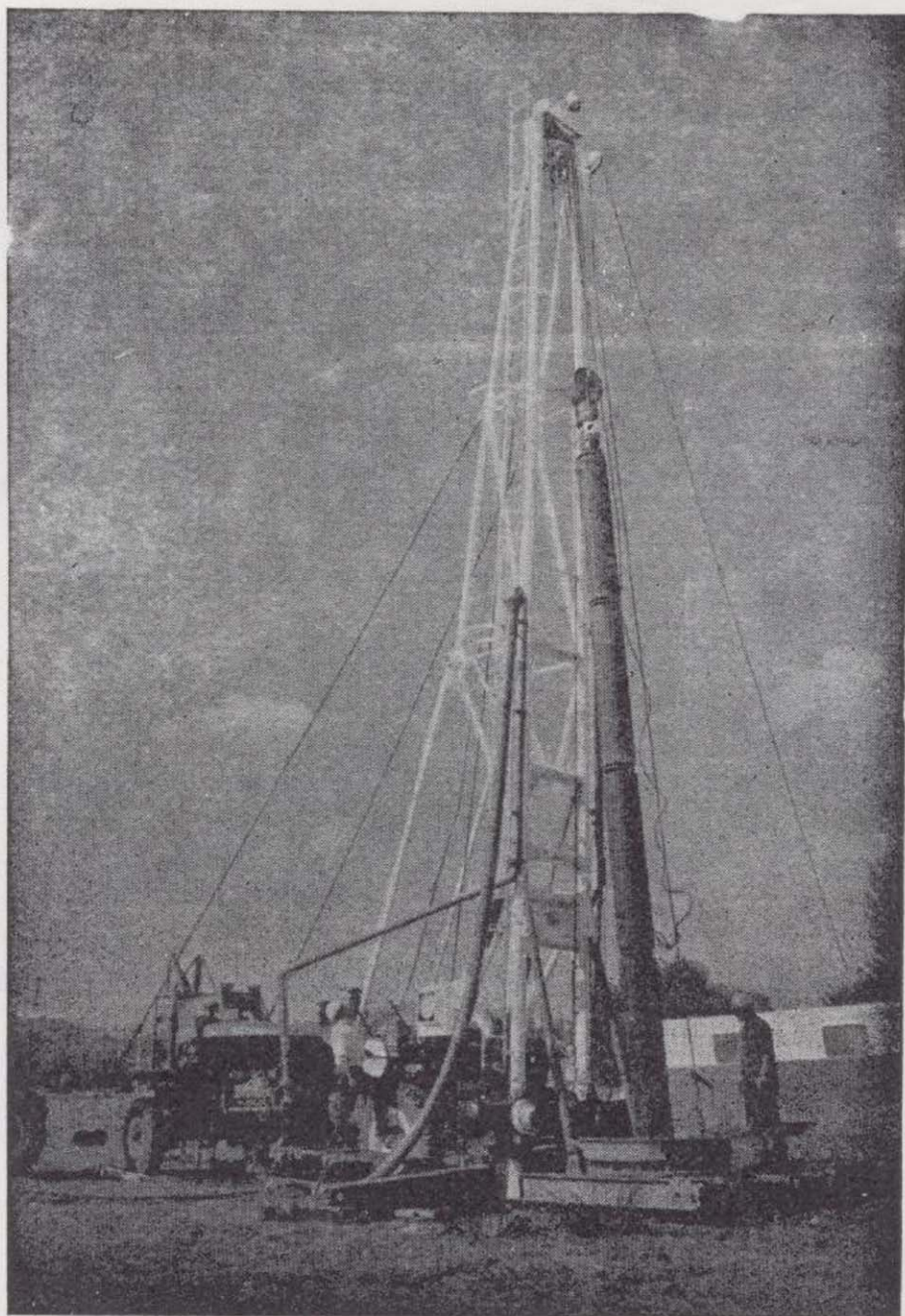
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

Testigueso continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm.

Sacamuestras especiales a percusión.

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



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

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

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

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

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

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

M A D R I D - 1 6

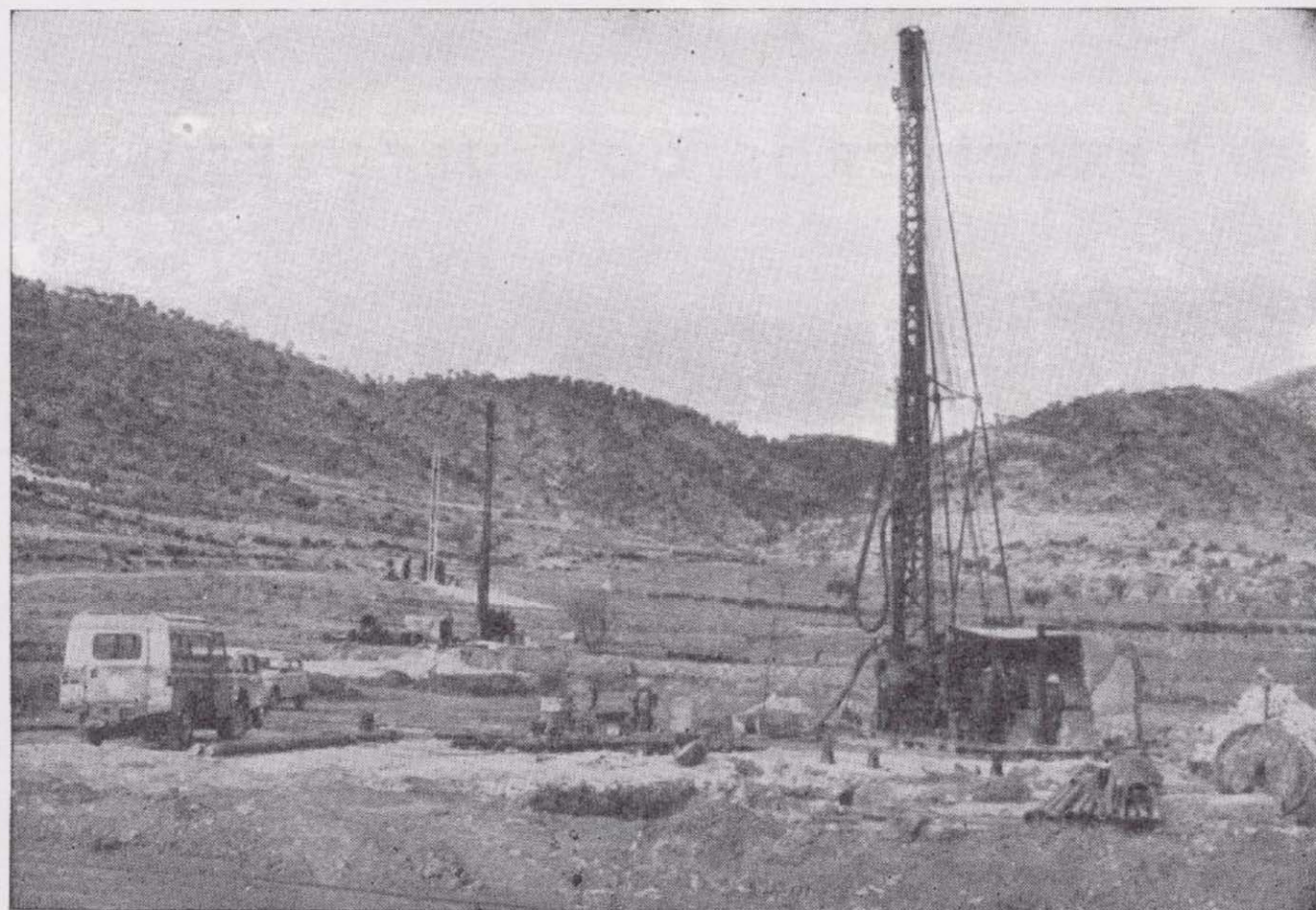
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

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

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

SONDEOS RODES



SONDEOS PARA

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

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

ACIDIFICACIONES Y CIMENTACIONES DE SONDEOS.

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

★ ★ ★

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

★ ★ ★

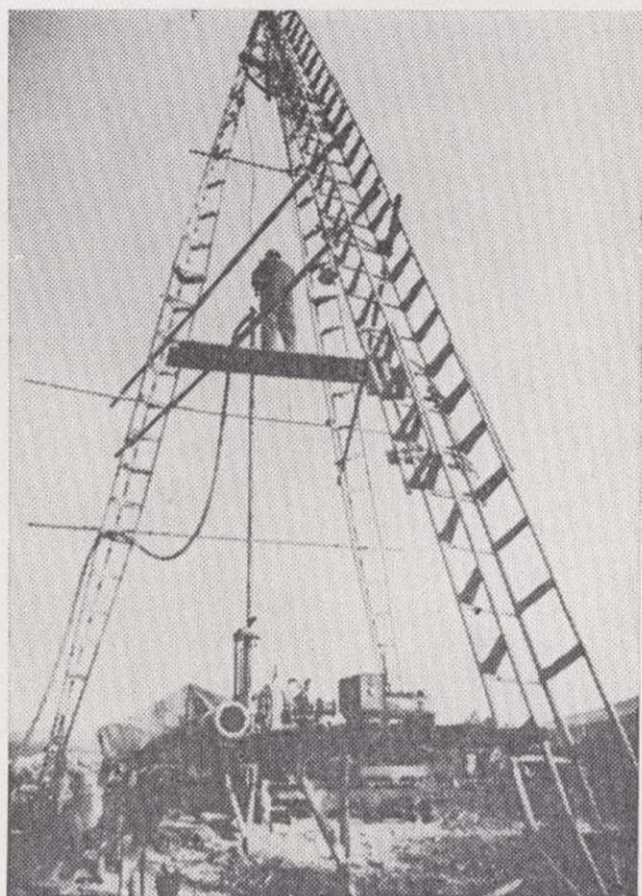
ERNESTO RODES MARTI

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

VILLENA (Alicante)

IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

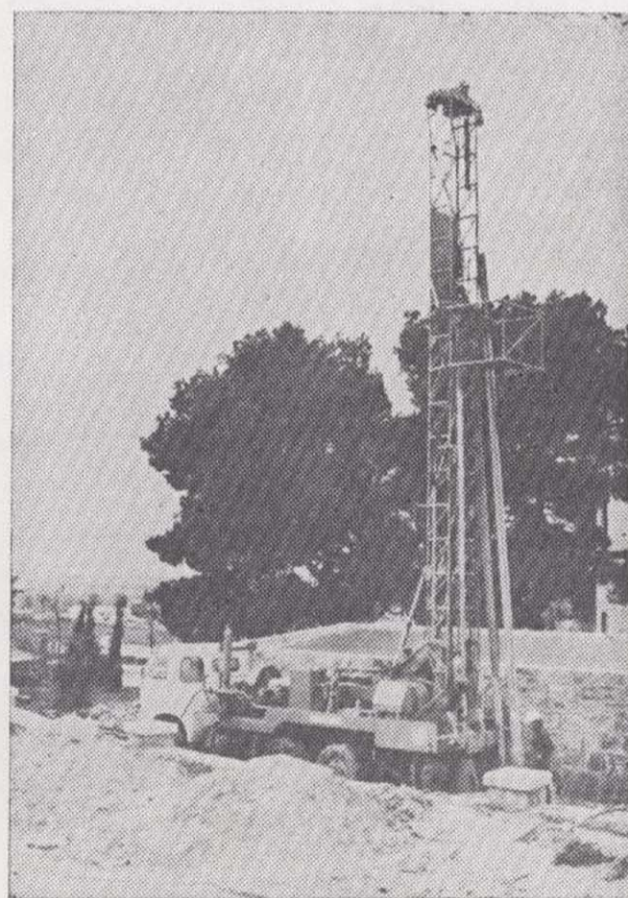
Al servicio de la Perforación desde 1954



Le resuelve cualquier
problema de perforación.

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

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



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

GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

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

General Mola, 210, 1.º D — Teléfonos 250 18 03 - 45 — MADRID-2

GEOTRON, S. A.
INSTRUMENTAL DE GEOFISICA
Virgen del Val, 28 - MADRID-27 - Teléfono 404 85 34



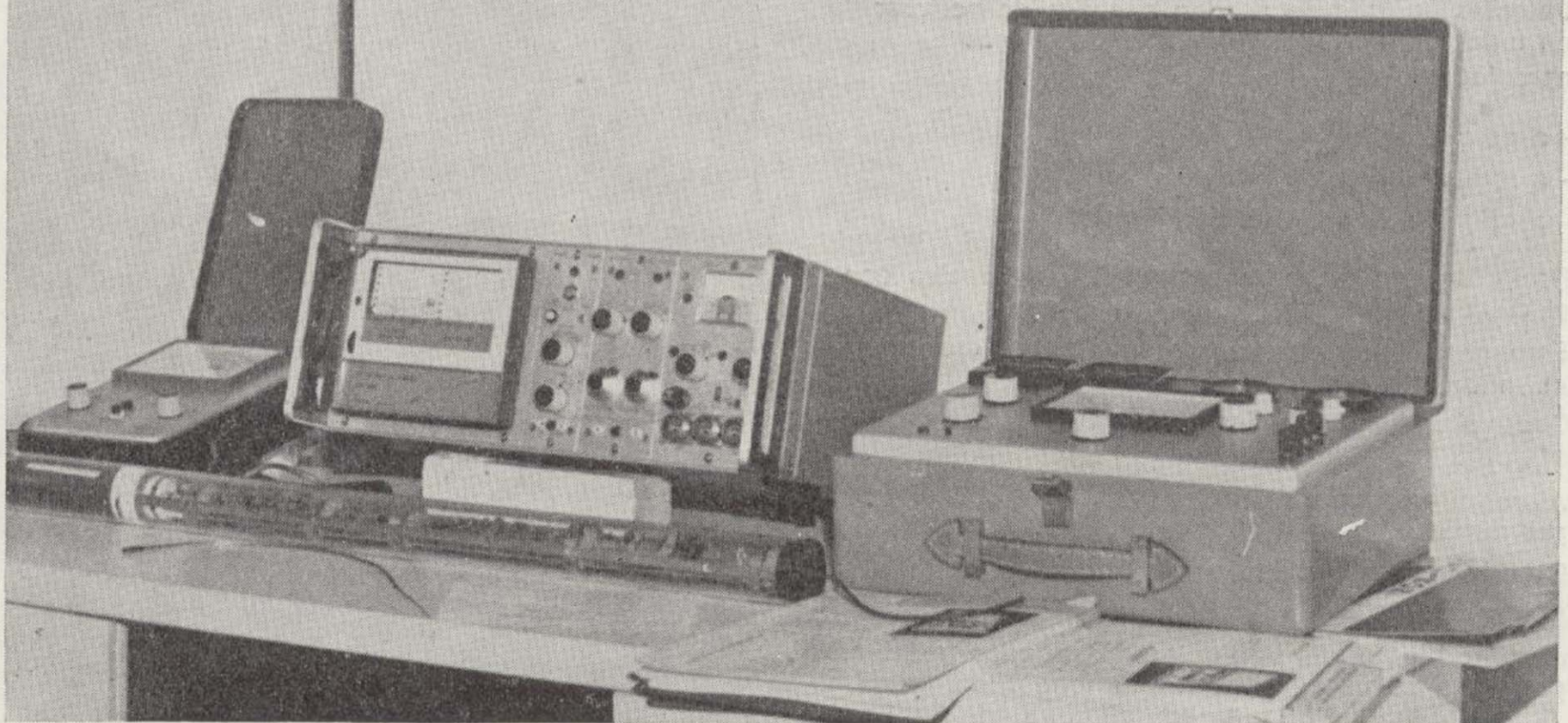
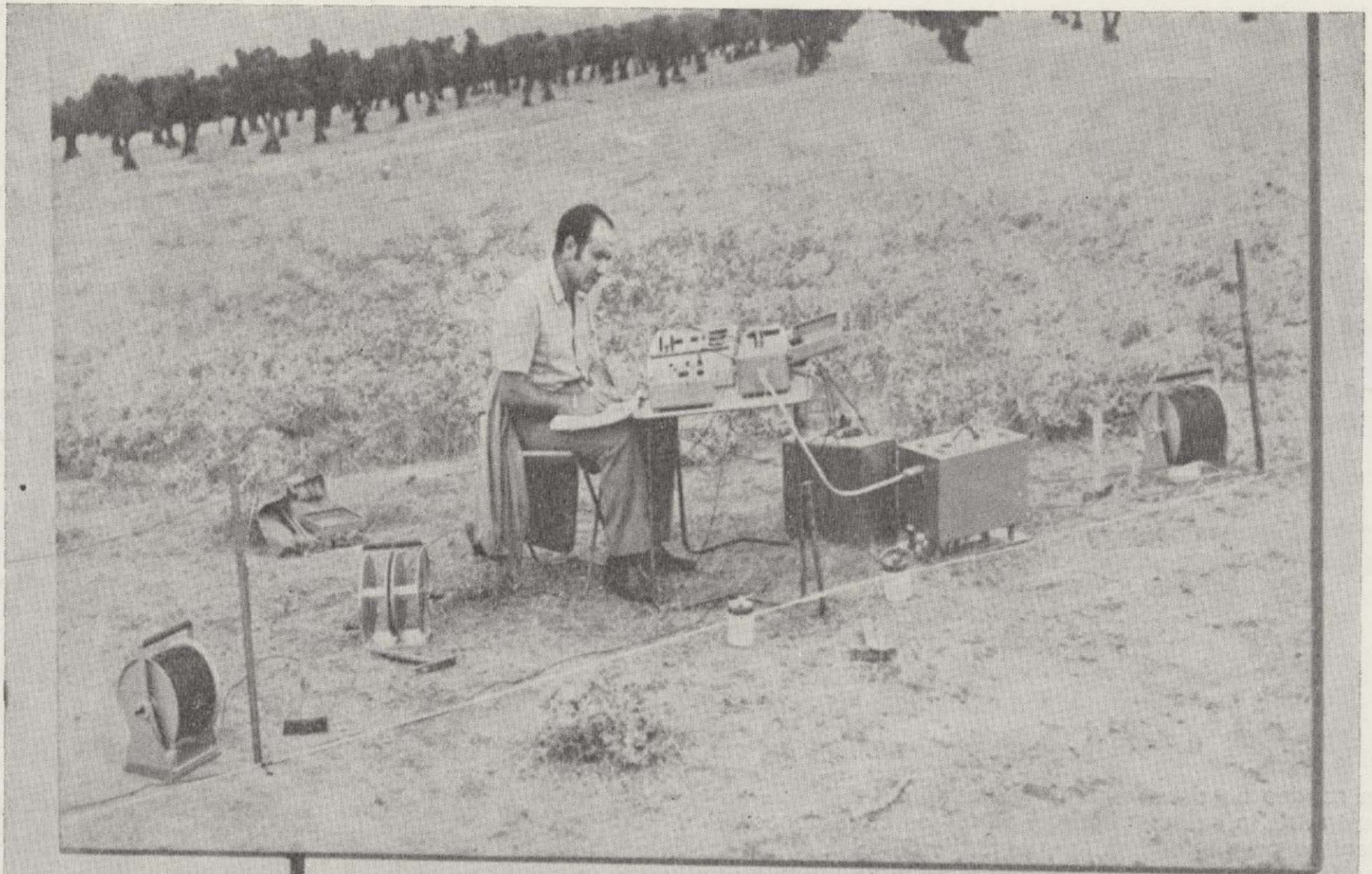
SISTEMAS DE MEDIDA PARA LOS SIGUIENTES CAMPOS

- RESISTIVIDAD Y POTENCIAL.
- GRAVIMETRIA.
- MAGNETOMETRIA.
- RADIOMETRIA.
- CALIDAD DE AGUAS.
- NIVELES.
- POLARIZACION INDUCIDA.
- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.
- ELECTROMAGNETOMETRIA.
- SISMICA.
- PROPIEDADES DE PAVIMENTOS.
- TESTIFICADORES DE SONDEOS.
(Potencial-resistividad-gamma)

GEOTRON, S. A.

INSTRUMENTAL DE GEOFISICA

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



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

POLARIZACION ESPONTANEA

POLARIZACION INDUCIDA

MEDIDORES DE CONDUCTIVIDAD

HIDRONIVELES ELECTRICOS

CONTROL AVANCE DE SONDEOS

TESTIFICADORES ELECTRICOS
(potencial - resistividad y rayos gamma)

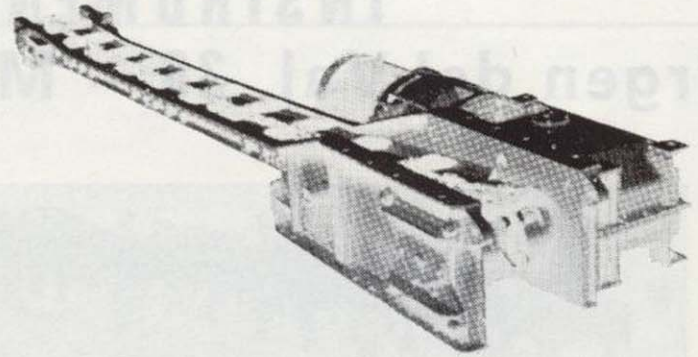
MAGNETOMETROS



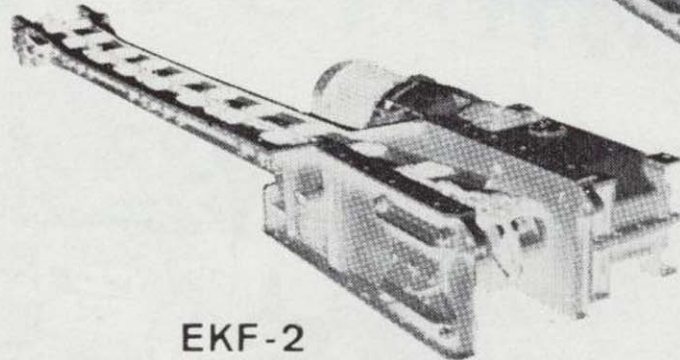
taim

SOCIEDAD ANONIMA

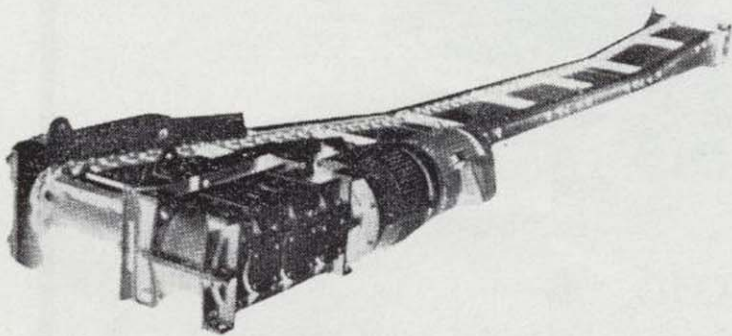
CON SU AMPLIA GAMA DE
TRANSPORTADORES BLINDADOS
CUBRE TODAS LAS NECESIDADES
DE TRANSPORTE DE LA MINERIA
SUBTERRANEA



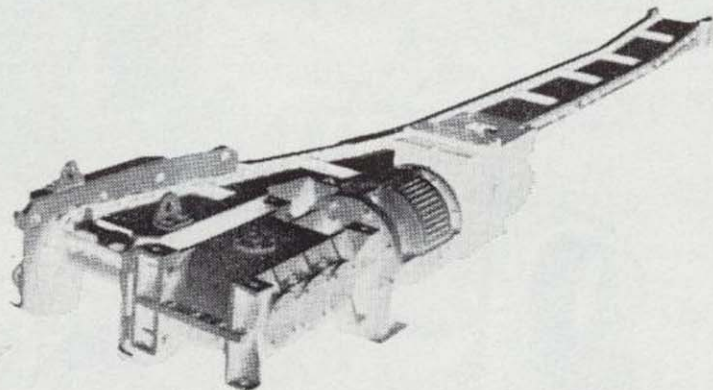
EKF-0



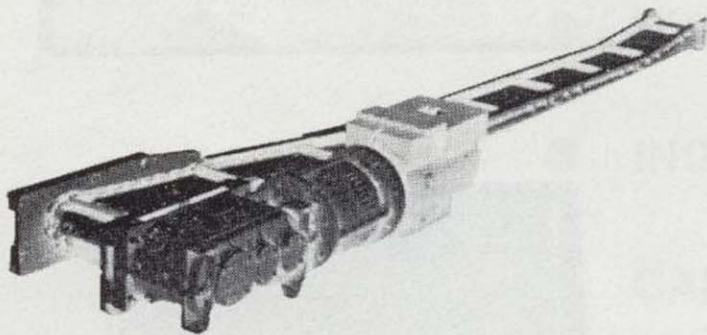
EKF-2



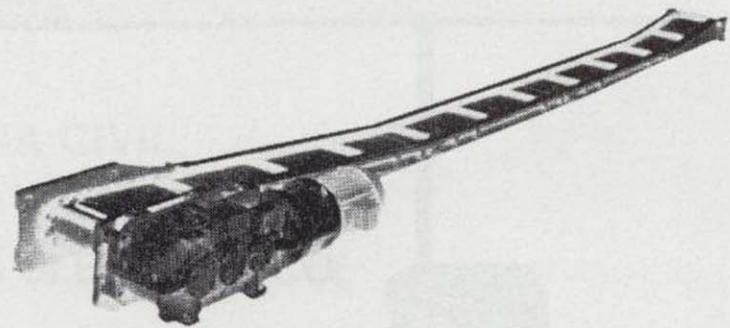
T-500



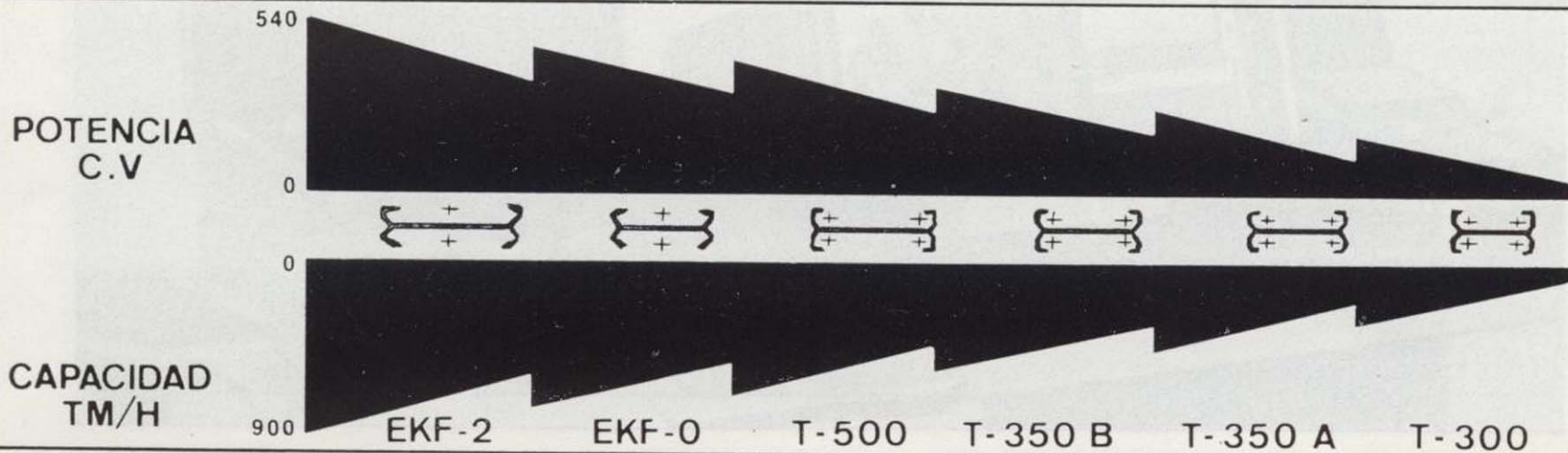
T-350 B



T-350 A



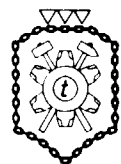
T-300



taim

SOCIEDAD ANONIMA

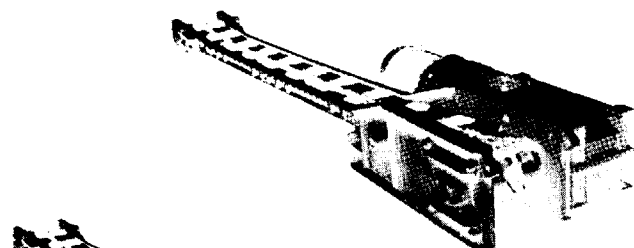
APARTADO DE CORREOS 358
TELEFONO 33 58 00
TELEX 58066 - E
ZARAGOZA (ESPAÑA)



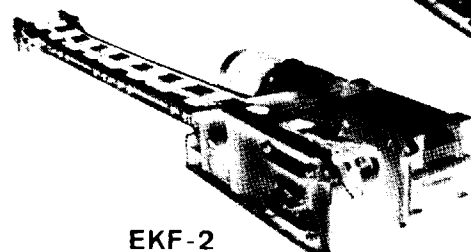
taim

SOCIEDAD ANONIMA

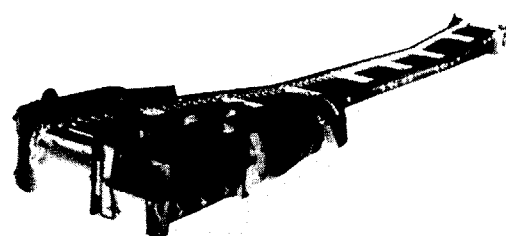
CON SU AMPLIA GAMA DE
TRANSPORTADORES BLINDADOS
CUBRE TODAS LAS NECESIDADES
DE TRANSPORTE DE LA MINERIA
SUBTERRANEA



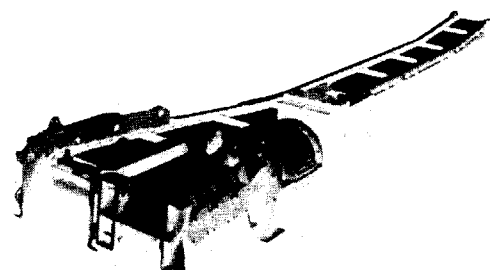
EKF-0



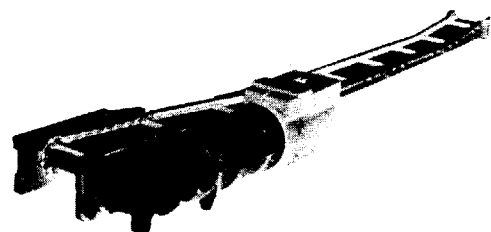
EKF-2



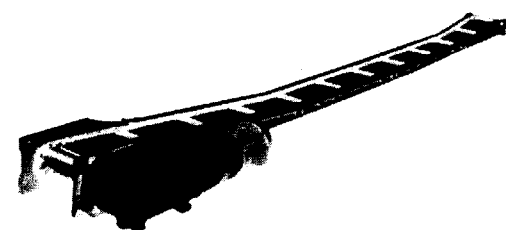
T-500



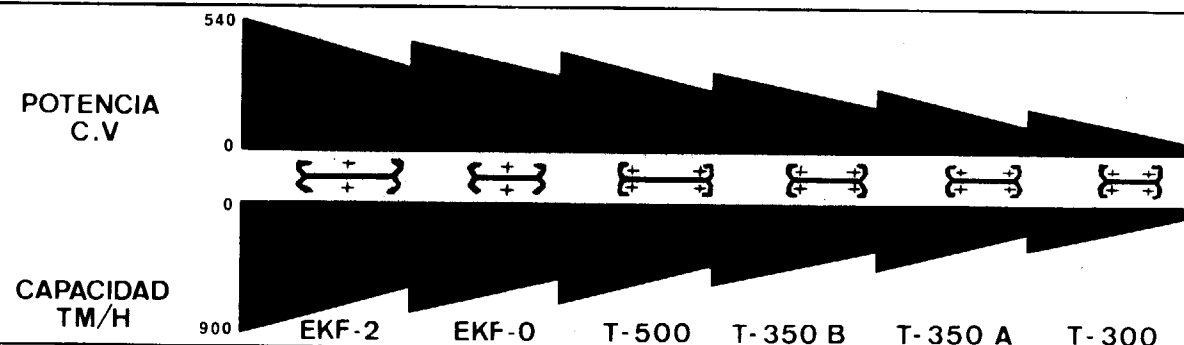
T-350 B



T-350 A



T-300



taim

SOCIEDAD ANONIMA

APARTADO DE CORREOS 358
TELEFONO 33 58 00
TELEX 58066-E
ZARAGOZA (ESPAÑA)

ECONOMIA INDUSTRIAL

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

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

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

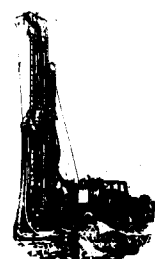
ECONOMIA INDUSTRIAL

Servicio de Publicaciones: Doctor Fleming, 7 - Madrid (16)
Teléfs. 250 02 01 - 02 - 03 - 04



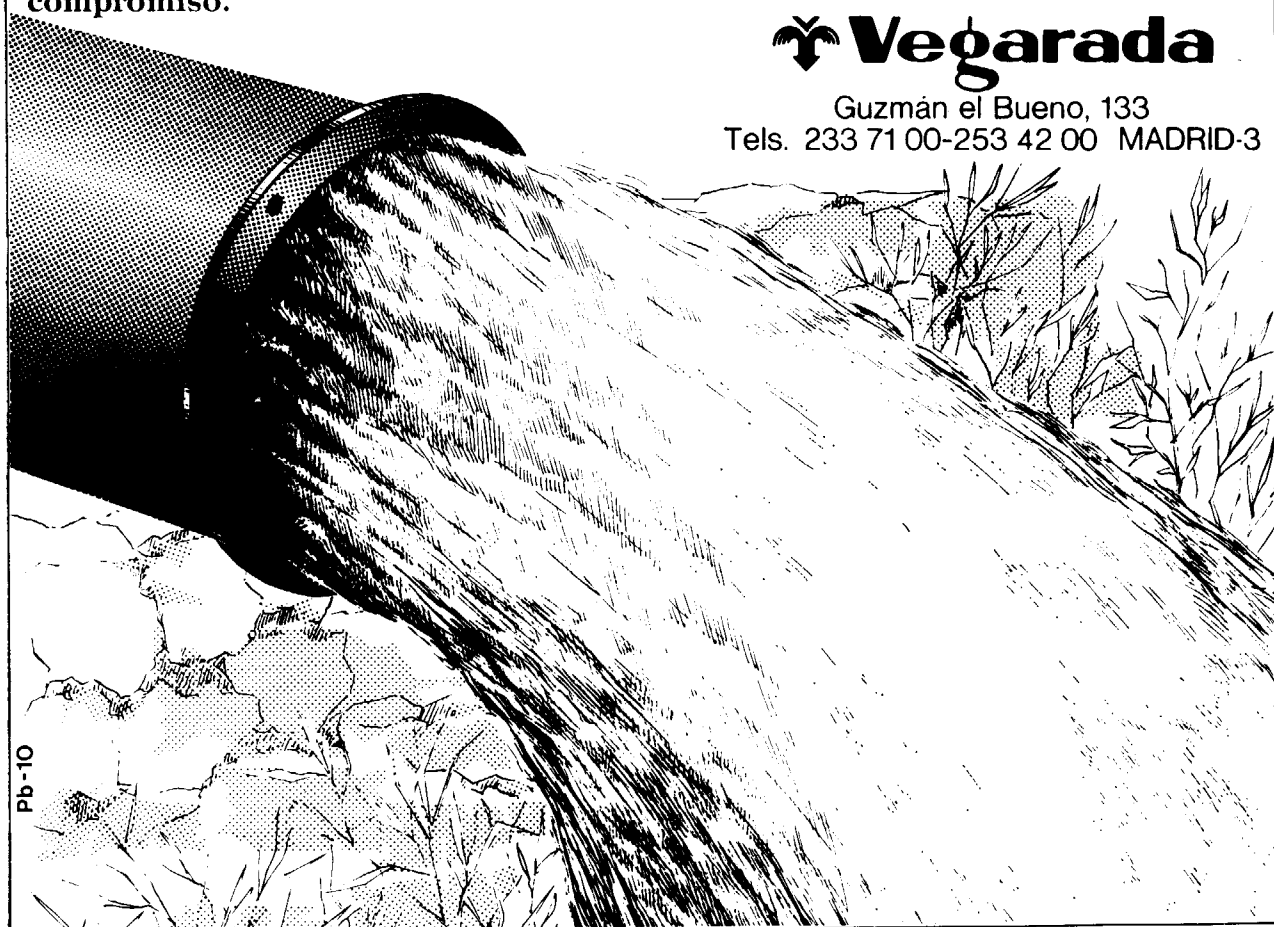
Vegarada profundiza en su problema de agua y lo soluciona.

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



 **Vegarada**

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



Pb-10

Tomo 90

Fascículo V

Septiembre - Octubre 1979

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología	A. LACASA RUIZ y L. VÍA BOADA: Nota sobre la presencia de Araucarites sp. en el yacimiento Purbeck del Montsec de Rubies (Lérida)	1
	J. A. SANTOS GARCÍA y J. CASAS RUIZ: Geología del sinclinorio de São Mamede-La Codosera, zona española (provincias de Cáceres y Badajoz)	4
	J. M. GOLPE POSSE: Sobre la Paleobiología del Vallesiense de la región de Sabadell	16
	A. MANERA BASSA, J. L. BARRERA MORATE, J. M. CABAL GARCÍA y J. BACELAR: Aspectos geológicos de la cuenca terciaria de Puentes de García Rodríguez (provincia de La Coruña)	35
Minería	J. GARCÍA IGLESIAS y J. LOREDO PÉREZ: Contribución al estudio metalogénico del Yacimiento «Mina Carmina», San Martín de Oscos (Asturias)	46
	A. MALDONADO ZAMORA: Nuevos datos sobre la génesis del yacimiento de lignitos límnicos de Meirana (La Coruña)	52
Estudio de minerales y rocas	A. CARRASCO, R. CASTROVIEJO, M. C. FERNÁNDEZ-LUANCO, L. MARTÍN y S. RÍOS: Estudio de las mineralizaciones de plomo-zinc-cobre	59
Información	Noticias.—Información Legislativa.—Notas bibliográficas	73

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 441 70 67

ADMINISTRACION

Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Teléfono 250 02 03

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

**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.

Filita ordovícica del límite N de la cuenca terciaria con lignitos de Puentes
de García Rodríguez. Tres fases de deformación. (Nicoles paralelos.
125 aumentos.)

Autor: J. L. BARRERA MORATE

Depósito legal: M. 3.279 - 1958

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Telef. 259 57 55 - Madrid-16

Nota sobre la presencia de *Araucarites* sp., en el yacimiento Purbeck del Montsec de Rubies (Lérida).

Por A. LACASA RUIZ (*) y L. VIA BOADA(*)

Desde 1902, fecha en que se publicó la primera noticia sobre el descubrimiento del importante yacimiento de Rubies, el suministro continuado de fósiles ha ido ampliando la visión del paleopaisaje catalán en los albores del Cretácico.

La edad del depósito no ha podido establecerse aún con exactitud, si bien se le ha denominado «facies Purbeck» al suponerse un estadio transicional entre el Jurásico final y Cretácico Inferior. La fauna de ostrácodos, descubierta y estudiada por BRENNER, GELDMACMER y SCHROEDER (1974), refuerza esta opinión al significar una edad comprendida entre el Berriasiense Superior-Valanginiense Inferior.

La excepcional sedimentación ha guardado de forma exquisita multitud de organismos que colonizaron la antigua cuenca, mostrándonos una variada gama de componentes de la flora y fauna. Numerosos han sido los autores que han dedicado su atención a esta célebre cantera —VIDAL, ZEILLER, MEUNIER, SAUVAGE, LLOPIS, MENÉNDEZ AMOR, TEIXEIRA, FERRER, WENZ, VÍA, BARALE, etc.—, cuyos estudios han contribuido a un conocimiento más exhaustivo de los animales y plantas. Durante la explotación del yacimiento y bajo la atenta supervisión de L. M. VIDAL se recolectó la mayor parte del material existente. Al finalizar los trabajos de extracción de la fina piedra, la búsqueda de fósiles fue continuada, con laboriosa dedicación, por aquellas personas conocedoras del valioso potencial paleontológico soterrado en sus estratos. No por ello los descubrimientos fueron menos importantes, pues vieron la luz anuros bien definidos, plumas de ave, insectos, crustáceos, peces y vegetales no registrados con anterioridad.

De entre las coníferas fósiles se cita por primera vez, en esta nota, el hallazgo de escamas-brácteas pertenecientes a estróbilos de tales plantas. Estos restos los incluimos bajo la denominación de *Araucarites* sp., la cual reúne los vestigios relativos a ramitas, hojas, estróbilos, escamas, etc., que sin una determinación precisa posean afinidades con la familia de las Araucarias.

Algunas de tales escamas-brácteas poseen una espesa película carbonosa producto de su consistencia leñosa original. Entre las mejor preservadas, destaca la característica punta araucaróide propia del actual género *Araucaria*. Uno de los ejemplares (fig. A y fig. 1) mide 12 mm de longitud incluida la citada punta, por 8 mm en su parte más ancha, alcanzando los 4,5 mm en la base de inserción y configurando un contorno trapezoidal que se repite en las otras dos escamas estudiadas. Dicho ejemplar está débilmente dividido por una elevación longitudinal que lo separa en dos mitades simétricas. No es visible la cámara de alojamiento de la semilla.

Los otros dos ejemplares de *Araucarites* sp., se encuentran en el Museo Geológico del Seminario de Barcelona, observándose en uno de ellos el lugar que ocupaba la semilla (fig. 3 y 3 A), gracias a que conserva su contraimpresión. En él no se ha preservado la aguda punta, distinguiéndose por su superficie el recorrido de finas estrías longitudinales, detalle visible también en las otras escamas. Sus medidas se circunscriben a las ya citadas: 12 mm aproximadamente de longitud, por 11,7 mm de anchura y una base de 4 mm.

En el tercer ejemplar (fig. 2), la longitud es de unos 14,7 mm comprendiendo la punta, por 7,5 mm en su parte más dilatada. Su base es de 4 mm. Parte del costado izquierdo está deteriorada.

(*) Museo de Geología del Seminario de Barcelona. Sección de Bioestratigrafía del C. S. I. C.

Como puede verse no existen notables variaciones de tamaño ni de forma entre estos restos, lo que permite creer que todos ellos pertenecerían a la misma especie.

La abundancia de *Pagiophyllum cirinicum*, conífera araucaroide, es notable en la cantera de Rubies y podría pensarse que *Araucarites sp.* tuviera alguna relación con ella. *P. cirinicum* es un vegetal frecuente en la flora de Creys, Morestel y Cerín (Isère-Ain) en Francia y Solnhofen (Baviera) en Alemania, yacimientos éstos de muy similares características litológicas y cronológicas a las del catalán.

Sin embargo, a *P. cirinicum* parece corresponderle la escama-bráctea *Araucarites falsani* (SAP.) nov. comb., abundante en Creys, según se desprende de los estudios realizados por BARALE, 1970, en donde las estructuras epidérmicas de los ramos de *P. cirinicum* y escamas de *A. falsani* (SAP.) nov. comb. (fig. B) se identifican. En cambio los ejemplares de *A. falsani* no se han hallado en Rubies y ambas especies de escamas difieren morfológicamente, ya que la francesa resulta en proporción más ancha y de contorno acorazonado, agudizándose progresivamente hacia la mitad de su superficie para constituir la punta.

De entre la flora fósil, existe también en el Montsec *Brachyphyllum gracile*, probable araucarícea reconocida por MENÉNDEZ AMOR (1951), conífera mucho menos frecuente, de donde acaso pudieran provenir las escamas en cuestión. No obstante, sólo el estudio del mecanismo estomático de *Araucarites sp.* y su comparación con otros ejemplares aportaría, sin duda, alguna solución.

Se hace pues necesario esperar que tales estudios se realicen, si bien la presencia de esta especie no hace más que reforzar el dominio de las coníferas en la antigua cuenca leridana.

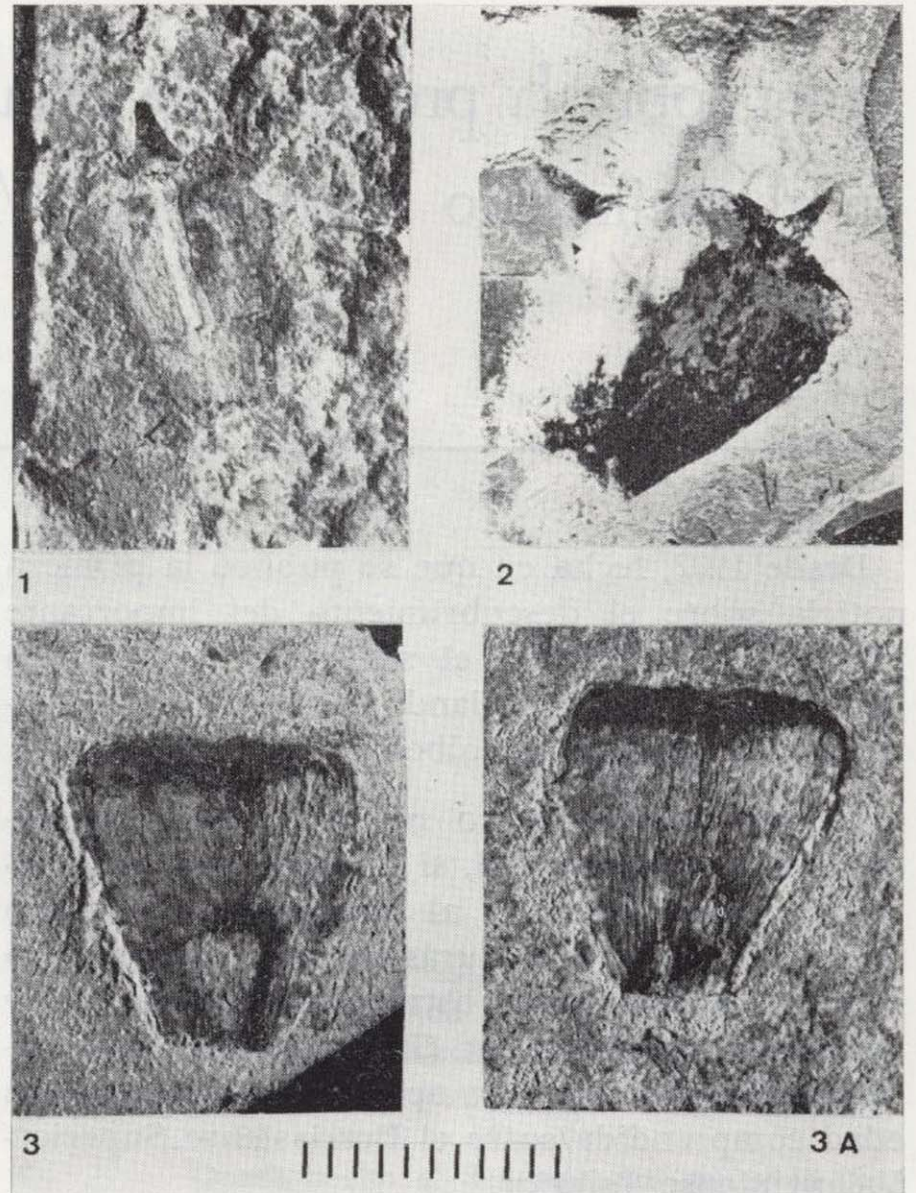
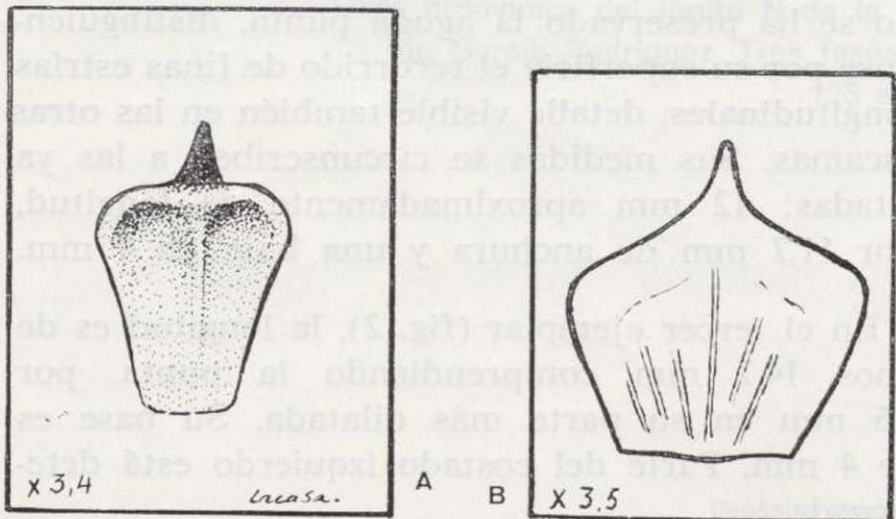


Figura 1.—*Araucarites sp.*, débilmente conservado, en donde se aprecia la característica punta araucaroide (colección del autor).

Figura 2.—*Araucarites sp.*, ejemplar depositado en el Museo de Geología del Seminario de Barcelona, parcialmente deteriorado.

Figuras 3 y 3A.—Impresión y contraimpresión del tercer ejemplar de *Araucarites sp.*, sin la punta, evidenciándose el lugar de alojamiento de la semilla (Museo Geológico del Seminario).

Figura A.—*Araucarites sp.*, reconstrucción del ejemplar fósil del Montsec.

Figura B.—Reconstrucción de *Araucarites falsani* (SAP) nov. com., del yacimiento francés de Creys (Isère). (De la tesis de BARALE.)

Como puede verse no existen notables variaciones de tamaño ni de forma entre estos restos, lo que permite creer que todos ellos pertenecerían a la misma especie.

La abundancia de *Pagiophyllum cirnicum*, conífera araucaroide, es notable en la cantera de Rubies y podría pensarse que *Araucarites sp.* tuviera alguna relación con ella. *P. cirnicum* es un vegetal frecuente en la flora de Creys, Morestel y Cerín (Isère-Ain) en Francia y Solnhofen (Baviera) en Alemania, yacimientos éstos de muy similares características litológicas y cronológicas a las del catalán.

Sin embargo, a *P. cirnicum* parece corresponderle la escama-bráctea *Araucarites falsani* (SAP.) *nov. comb.*, abundante en Creys, según se desprende de los estudios realizados por BARALE, 1970, en donde las estructuras epidérmicas de los ramos de *P. cirnicum* y escamas de *A. falsani* (SAP.) *nov. comb.* (fig. B) se identifican. En cambio los ejemplares de *A. falsani* no se han hallado en Rubies y ambas especies de escamas difieren morfológicamente, ya que la francesa resulta en proporción más ancha y de contorno acorazonado, agudizándose progresivamente hacia la mitad de su superficie para constituir la punta.

De entre la flora fósil, existe también en el Montsec *Brachyphyllum gracile*, probable araucarícea reconocida por MENÉNDEZ AMOR (1951), conífera mucho menos frecuente, de donde acaso pudieran provenir las escamas en cuestión. No obstante, sólo el estudio del mecanismo estomático de *Araucarites sp.* y su comparación con otros ejemplares aportaría, sin duda, alguna solución.

Se hace pues necesario esperar que tales estudios se realicen, si bien la presencia de esta especie no hace más que reforzar el dominio de las coníferas en la antigua cuenca leridana.

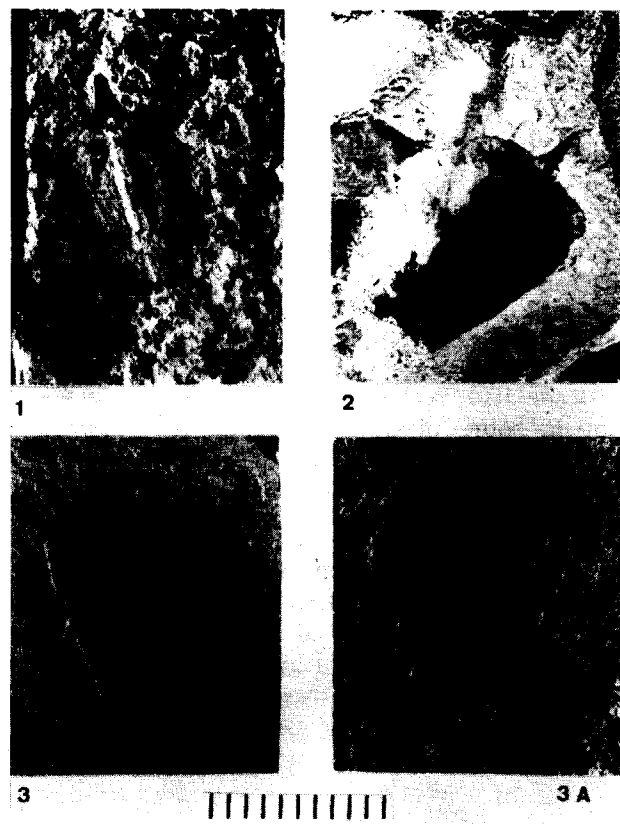
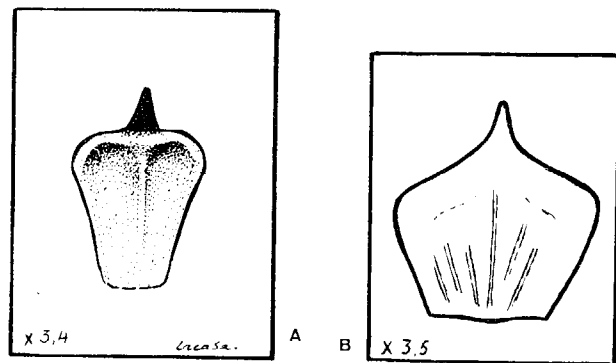


Figura 1.—*Araucarites sp.*, débilmente conservado, en donde se aprecia la característica punta araucaroide (colección del autor).

Figura 2.—*Araucarites sp.*, ejemplar depositado en el Museo de Geología del Seminario de Barcelona, parcialmente deteriorado.

Figuras 3 y 3A.—Impresión y contraimpresión del tercer ejemplar de *Araucarites sp.*, sin la punta, evidenciándose el lugar de alojamiento de la semilla (Museo Geológico del Seminario).

Figura A.—*Araucarites sp.*, reconstrucción del ejemplar fósil del Montsec.

Figura B.—Reconstrucción de *Araucarites falsani* (SAP) *nov. comb.*, del yacimiento francés de Creys (Isère). (De la tesis de BARALE.)

BIBLIOGRAFIA

BARALE, G.: *Contribution à l'étude de la flore jurassique de France: la paléoflore du gisement kimmeridgien de Creys (Isère)*. Faculté Scienc. Univers. Lyon, pp. 68-70, Tesis 506, Lyon (1970).

BRENNER, P.; GELDMACHER, W., y SCHROEDER, R.: *Ostrakoden und alter der plattenkalken von Rubies (Sierra del Montsec. Prov. Lérida, NE. Spanien)*. N. Jb. Geol. Paläont. Mh. H, 9, pp. 513-524, 1 lám., Stuttgart (1974).

MENÉNDEZ AMOR, J.: *Contribución al conocimiento de la flora kimmeridgiense de Rubies y Santa María de Meyá*. Notas y Comunic. Inst. Geol. Minero de España, núm. 23, pp. 32-42, 4 láms, Madrid (1951).

PEYBERNES, B., y OERTLI, H.: *La série de passage du Jurassique au Crétacé dans le Bassin sud. Pyrénéen (Espagne)*. C. R. Acad. Sc. Paris. Sér. D 274, pp. 3348-3351, París (1972).

SEWARD, A. C.: *Fossil plants*. Vol. IV, p. 256 (1963).

TEIXEIRA, C.: *La flore fossile des calcaires lithographiques de Sta. María de Meyá*. Bol. Soc. Geol. Portugal, vol. XI, pp. 139-152, 2 figs., 8 láms, Porto (1954).

ZEILLER, R.: *Sobre algunas impresiones vegetales del Kimmeridgiense de Santa María de Meyá*. Mem. R. Acad. Cienc. y Artes de Barcelona, t. 4, núm. 26, pp. 345-356, 2 láms., Barcelona (1902).

Recibido en marzo de 1978

Geología del sinclinorio de Sao Mamede-La Codosera, zona española (provincias de Cáceres y Badajoz)

Por J. A. SANTOS GARCIA (*) y J. CASAS RUIZ (*)

RESUMEN

Se estudia en este trabajo la litoestratigrafía del sinclinorio de São Mamede-La Codosera, así como la tectónica de plegamiento y fracturación. Se determina una serie de unidades litoestratigráficas en base a la existencia de ciclos sedimentarios de diferentes características. Se expone una serie de observaciones, algunas de las cuales suponen evidentes diferencias respecto a estudios realizados.

Se han determinado tres fases de deformación. La primera es la más importante, con estructuras orientadas ONO-ESE y con esquistosidad de plano axial. Resalta la importancia de la fracturación tardihercínica, cuyo representante principal es el gran accidente tectónico de Plasencia-Odemira.

Se establece el origen y evolución de dicho sinclinorio.

ABSTRACT

The lithostratigraphy of de São Mamede-La Codosera synclinorium and the folding and fracturation tectonic are studied in this paper. The existence of sedimentary cycles differently characterized permits the determination of a series of lithostratigraphic units. Observations are exposed, some of them involving broad differences with regard to existing studies.

Three tectonic phases have been identified in the area. The first and most important one shows axial trends WNW-ESE and axial plain cleavage. Also remarkable is the importance of the late Hercynian age fracturation, whose main exponent is the great tectonic accident of Plasencia-Odemira.

The evolution and origin of the synclinorium are established.

I. INTRODUCCION

La presente nota ha surgido como consecuencia de los trabajos para la elaboración de las Hojas Geológicas de la segunda serie (Plan Magna), números 701 (08-28) VALENCIA DE ALCANTARA; 726 (08-29) PINO DE VALENCIA; 727 (09-29) ALBURQUERQUE, y 750 (09-30) GALLINA, realizadas por los firmantes. Su estudio nos ha permitido reunir una serie de datos que modifican, a veces sensiblemente, las ideas sobre la geología de esta zona y que permiten mayor acercamiento a la zona portuguesa para poder intentar una interpretación conjunta.

El área estudiada se encuentra situada en el límite de las provincias de Cáceres y Badajoz.

(*) Departamento Petrología. Universidad Complutense Madrid (+) CHEVRON, S. A.

junto a la frontera portuguesa (fig. 1), formando un amplio sinclinorio de dirección general NO-SE, cuyos materiales abarcan desde el Ordovícico Inferior hasta el Devónico Medio, y se encuentran dislocados por la gran fractura de Plasencia-Odemira.

El sector considerado, dentro del Macizo Hespérico pertenece a la parte más septentrional de la zona de Ossa-Morena, cerca del límite con la Lusó Oriental-Alcúdice (LOTZE, 1945).

II. ANTECEDENTES

La bibliografía sobre esta región es escasa y normalmente se trata de trabajos de carácter general.

ROSSO DE LUNA y HERNÁNDEZ. PACHECO (1942)

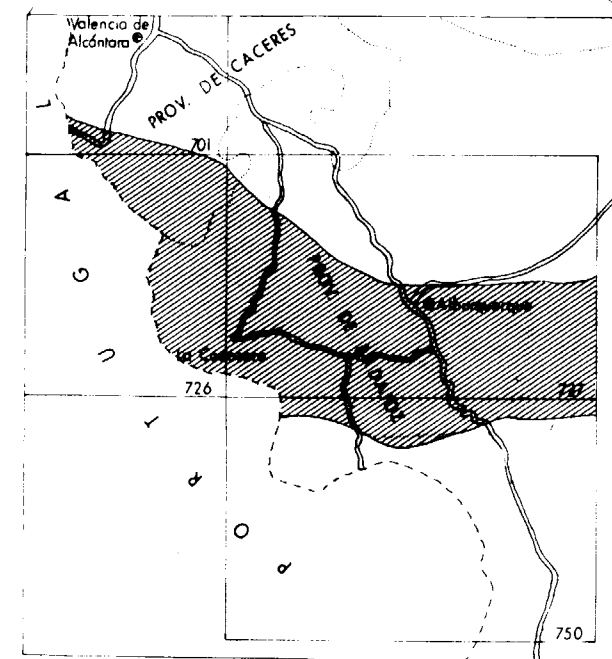


Figura núm. 1.—Plano situación de la zona.

son los primeros en definir los rasgos generales de la zona, describiendo materiales desde el Cámbrico al Devónico.

VALLE DE LERSUNDI (1959) señala la existencia de una gran dislocación en el SO, indicando una dirección N-40°-E y una corrida de diabasas que sigue el accidente, y afecta tanto al batolito de Alburquerque como a las alineaciones paleozoicas.

QUESADA GARCÍA (1960) aporta algunos datos a la Hoja de Alburquerque, y caracteriza la gran falla de desgarre del SO peninsular.

GARCÍA DE FIGUEROA (1965) estudia la fractura y el dique de Plasencia, diferenciando las rocas básicas propias del dique y un segundo tipo que se encuentra ligado a los materiales devónicos, con tendencia al tránsito gabroide.

VEGAS (1970 y 1971) presenta algunos trabajos de síntesis, abordando fundamentalmente la problemática de las series cámbricas y precámbricas a escala regional. Posteriormente (VEGAS, 1974) caracteriza los decrochamientos del SO como claramente tardihercínicos, relacionándolos genéticamente con las estructuras de plegamiento hercínicas.

GUMIEL, ARRIBAS y SAAVEDRA (1976) realizan un interesante estudio metalogénico del yacimiento de estibina-scheelita de San Antonio, emplazado en la banda calco-dolomítica devónica.

GUMIEL, MEDINA y SANTOS (1978) abordan el estudio de la banda calcárea-devónica, así como la tectónica de plegamiento y fracturación.

Es importante señalar los estudios realizados en la zona portuguesa, que comprenden la parte del sinclinorio más occidental, estudiando aspectos como el paleontológico, petrográfico, cartográfico, etc. De entre ellos citaremos solamente los más significativos: GONÇALVES (1971 y 1978); PERDIGAO (1967 y 1973-74, 1976); ROMARIZ (1962), etcétera.

III. LITOESTRATIGRAFIA

Los materiales que constituyen el sinclinorio de La Codosera son estudiados fundamentalmente desde el punto de vista litológico, no obstante y como consecuencia de la perfecta continuación de las estructuras al otro lado de la frontera, es posible establecer una clara correlación con niveles similares, datados en Portugal.

El flanco norte del sinclinorio se apoya sobre terrenos pertenecientes al Precámbrico Superior o directamente en contacto con el batolito de Alburquerque. Este Precámbrico Superior presenta facies similares a las del «Complejo Esquistograuváquico», aunque con pobre representación de los términos grauváquicos.

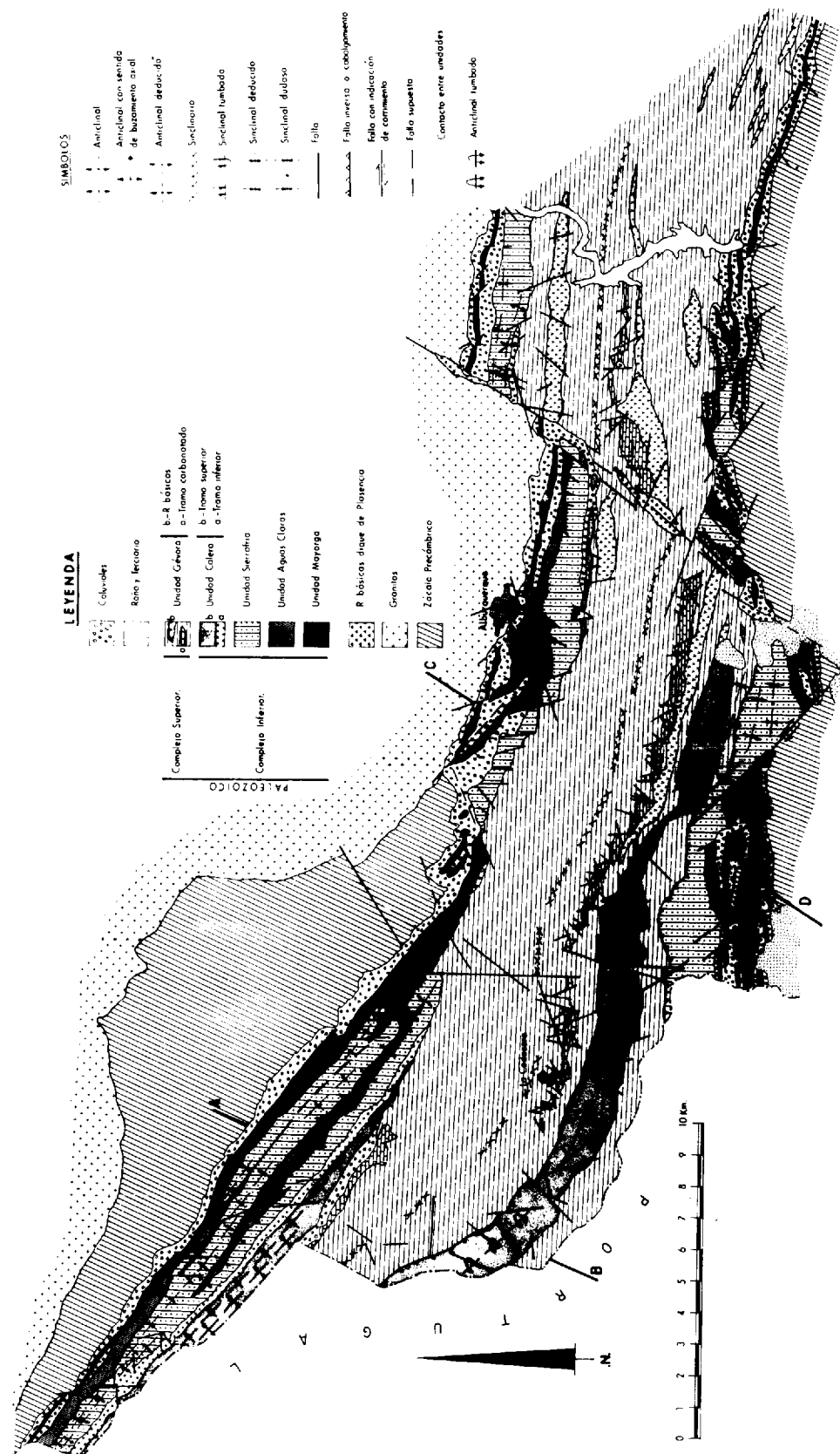


Figura núm. 2.—Mapa Geológico del sinclinorio São Mamede-La Codosera (zona española).

El flanco sur siempre está en contacto con el Precámbrico Superior, a veces enmascarado por depósitos terciarios de la cuenca del Guadiana o recubierto por materiales tipo «Raña». Este Precámbrico, diferente al que aflora al norte del sinclinorio, presenta características muy peculiares, que serán objeto de una próxima publicación.

El conjunto de sedimentos que forman el sinclinorio de La Codosera (1) lo hemos dividido en dos Complejos, entre los cuales se sitúa una discordancia (fig. 2).

El Complejo Inferior comprende una serie de unidades que describimos a continuación:

A) Unidad Mayorga

Constituye los dos bordes del sinclinorio y ha sido definida en el vértice del mismo nombre. Esta unidad comienza por una facies que aparece enmascarada en las laderas de las sierras por derrubios cuarcíticos y sólo pueden observarse localmente. Se trata de niveles de samitas y cuarcitas areniscosas, de grano fino a medio, con moscovita y feldspatos escasos, de colores claros, tonos rojizos y aspecto variolado, típicas de series continentales.

Continúa con unos niveles de cuarcitas que dan lugar a grandes sierras (fig. 3) perfectamente alineadas con las direcciones hercínicas y ligeros desplazamientos según fallas N-S. Estas cuarcitas son de aspecto sacaroideo, con granos de cuarzo de tamaño homogéneo, sin casi cemento, en las que son frecuentes las hiladas de minerales pesados oscuros. En los niveles del flanco sur predominan los efectos de deformación con orientación general de los componentes, cuarzo elongado y con extinción ondulante, siendo frecuentes las recristalizaciones así como la pérdida de los caracteres texturales clásticos por efectos del fuerte metamorfismo dinámico sufrido. En este nivel son muy frecuentes las pistas y huellas, habiendo sido clasificadas las siguientes: *Cruciana furcifera* (D'ORV.), *Arthropycus c. f. harlani* (HALL.), *Scolithus dufrenoyi* (ROU.) y *Ronaultia lyelli* (ROU.).

(1) En lo sucesivo, la toponimia utilizada es la que se refleja en los planos 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional.

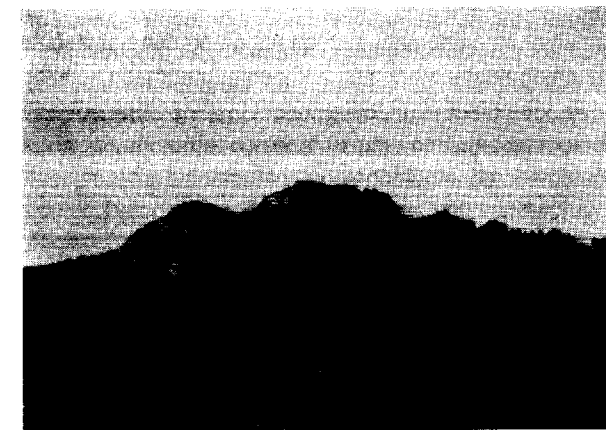


Figura núm. 3.—Cuarcitas de la Unidad Mayorga, en el flanco N de la Sierra de la Carava.

B) Unidad Aguas Claras

Se ha definido en las proximidades del arroyo de Aguas Claras. Se sitúa sobre la anterior y en aparente concordancia. Está constituida por un

El flanco sur del sinclinorio presenta ciertas particularidades, como la elevada fracturación y recristalización de las cuarcitas, el trazado mucho más irregular, al encontrarse afectado por fallas de dirección NE-SO y NO-SE que producen grandes desplazamientos (de hasta 2 kms) y la mayor complicación estructural.

La potencia del conjunto resulta muy difícil de observar para el tramo basal, siendo relativamente constante para el tramo superior cuarcítico, alcanzando valores próximos a los 100 metros de media.

Esta unidad puede datarse como Skidawiense-Arenigiense, en los niveles cuarcíticos superiores, sin ningún género de dudas, tanto por los restos encontrados como por las características litológicas. El tramo inferior presenta gran similitud de facies con los niveles atribuidos al Tremadoc Medio-Superior, situado en análoga posición en zonas próximas (VEGAS, ROIZ y MORENO, 1977).

El contacto basal de la Unidad Mayorga se realiza mediante discordancia con el Precámbrico; discordancia erosiva que ha sido oscurecida por el remodelado hercínico, resultando muy difícil de observar.

El flanco sur siempre está en contacto con el Precámbrico Superior, a veces enmascarado por depósitos terciarios de la cuenca del Guadiana o recubierto por materiales tipo «Raña». Este Precámbrico, diferente al que aflora al norte del sinclinorio, presenta características muy peculiares, que serán objeto de una próxima publicación.

El conjunto de sedimentos que forman el sinclinorio de La Codosera (1) lo hemos dividido en dos Complejos, entre los cuales se sitúa una discordancia (fig. 2).

El Complejo Inferior comprende una serie de unidades que describimos a continuación:

A) Unidad Mayorga

Constituye los dos bordes del sinclinorio y ha sido definida en el vértice del mismo nombre. Esta unidad comienza por una facies que aparece enmascarada en las laderas de las sierras por derrubios cuarcíticos y sólo pueden observarse localmente. Se trata de niveles de samitas y cuarcitas areniscosas, de grano fino a medio, con moscovita y feldespatos escasos, de colores claros, tonos rojizos y aspecto variolado, típicas de series continentales.

Continúa con unos niveles de cuarcitas que dan lugar a grandes sierras (fig. 3) perfectamente alineadas con las direcciones hercínicas y ligeros desplazamientos según fallas N-S. Estas cuarcitas son de aspecto sacaroideo, con granos de cuarzo de tamaño homogéneo, sin casi cemento, en las que son frecuentes las hiladas de minerales pesados oscuros. En los niveles del flanco sur predominan los efectos de deformación con orientación general de los componentes, cuarzo elongado y con extinción ondulante, siendo frecuentes las recrystalizaciones así como la pérdida de los caracteres texturales clásticos por efectos del fuerte metamorfismo dinámico sufrido. En este nivel son muy frecuentes las pistas y huellas, habiendo sido clasificadas las siguientes: *Cruciana furcifera* (D'ORV.), *Arthropycus c. f. harlani* (HALL.), *Scolithus dufrenoyi* (ROU.) y *Ronaultia lyelli* (ROU.).

(1) En lo sucesivo, la toponimia utilizada es la que se refleja en los planos 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional.



Figura núm. 3.—Cuarcitas de la Unidad Mayorga, en el flanco N de la Sierra de la Carava.

El flanco sur del sinclinorio presenta ciertas particularidades, como la elevada fracturación y recrystalización de las cuarcitas, el trazado mucho más irregular, al encontrarse afectado por fallas de dirección NE-SO y NO-SE que producen grandes desplazamientos (de hasta 2 kms) y la mayor complicación estructural.

La potencia del conjunto resulta muy difícil de observar para el tramo basal, siendo relativamente constante para el tramo superior cuarcítico, alcanzando valores próximos a los 100 metros de media.

Esta unidad puede datarse como Skidawiense-Arenigiense, en los niveles cuarcíticos superiores, sin ningún género de dudas, tanto por los restos encontrados como por las características litológicas. El tramo inferior presenta gran similitud de facies con los niveles atribuidos al Tremadoc Medio-Superior, situado en análoga posición en zonas próximas (VEGAS, ROIZ y MORENO, 1977).

El contacto basal de la Unidad Mayorga se realiza mediante discordancia con el Precámbrico; discordancia erosiva que ha sido oscurecida por el remodelado hercínico, resultando muy difícil de observar.

B) Unidad Aguas Claras

Se ha definido en las proximidades del arroyo de Aguas Claras. Se sitúa sobre la anterior y en aparente concordancia. Está constituida por un

conjunto de filitas y pizarras ampelíticas de color gris oscuro, casi negras, debido principalmente al contenido en materia orgánica y pirita en forma de cristales cúbicos parcialmente limonitizados, lo cual indica, junto con su color, una sedimentación en ambiente claramente reductor.

En ocasiones y por efecto de la meteorización se tornan muy claras, casi blancas.

Hacia la base y el techo de esta unidad se intercalan niveles areniscosos y cuarcíticos, cada vez más abundantes, no observándose ninguna discontinuidad, por lo cual el contacto con las unidades infra y suprayacente a éste lo consideramos como un tránsito gradual.

Al NO del sinclinorio se observan efectos de un débil metamorfismo de contacto, producido por la intrusión del batolito de Valencia de Alcántara-Alburquerque, puesto de manifiesto por la existencia de minerales típicos, visibles sobre todo en los tramos más pelíticos, destacando la presencia de fenoblastos de andalucita, actualmente alterados a sericita-moscovita.

La potencia de esta unidad es realmente variable, oscilando entre 150 y 200 metros.

En la misma posición y con facies similares han sido datados restos fósiles en la zona portuguesa, correspondiendo a *Didymograptus* (GONÇALVES et al., 1978) en el flanco sur, que confirman la presencia del Llanvirniense y en las proximidades de Portalegre (flanco norte), ROMARIZ (1962) y PERDIGAO (1967), identifican una gran variedad de *Monograptus*, *Pristiograptus* y *Cyrtograptus* que caracterizan el Wenlockiense y el Ludlowiense.

En consecuencia, al no ser observada ninguna discontinuidad puede atribuirse esta unidad al Llanvirniense-Ludlowiense, sin que por el momento tengamos criterios para precisar una cronoestratigrafía más detallada.

C) Unidad Sierrafría

Esta unidad se encuentra bien desarrollada junto a la frontera portuguesa, en la ladera norte de Sierrafría.

El límite inferior se ha establecido en un nivel de cuarcitas, ya que es el único nivel claro que continúa a lo largo del sinclinorio.

Se trata de una unidad de carácter detrítico más grosero que la de Aguas Claras, con aspecto flychoide, predominando los términos cuarcíticos y areniscosos, con niveles de filitas intercaladas (fig. 4).

Las cuarcitas suelen ser bastante impuras, de color gris crema, con frecuentes puntos blancos y amarillentos observables con la lupa, que parecen corresponder a feldespatos y hematites-goetita e incluso pequeños cantos de cuarcita; este carácter poligénico las diferencia de las de la Unidad Mayorga. Son frecuentes las hiladas de minerales pesados que constituyen restos de estratificación residual.



Figura núm. 4.—Aspecto de la Unidad Sierrafría.

Intercaladas aparecen filitas silíceas versicolores, por efecto de la meteorización, aunque su color original parece ser gris más o menos oscuro. Tienen clara laminación paralela resultante de la diferencia composicional a escala milimétrica.

En conjunto destacan tres niveles cuarcíticos, más o menos areniscosos, con impregnaciones de óxidos de hierro, que dan lugar a resaltes fácilmente observables, tanto en campo como en fotografía aérea, aunque localmente desaparecen.

En el ángulo NO del sinclinorio, al igual que las Unidades infrayacentes, se encuentra afectada por los efectos del metamorfismo de contacto, observable en los niveles incompetentes, con cristales de cloritoide, de hábito rectangular y completamente desorientados.

conjunto de filitas y pizarras ampelíticas de color gris oscuro, casi negras, debido principalmente al contenido en materia orgánica y pirita en forma de cristales cúbicos parcialmente limonitizados, lo cual indica, junto con su color, una sedimentación en ambiente claramente reductor.

En ocasiones y por efecto de la meteorización se tornan muy claras, casi blancas.

Hacia la base y el techo de esta unidad se intercalan niveles areniscosos y cuarcíticos, cada vez más abundantes, no observándose ninguna discontinuidad, por lo cual el contacto con las unidades infra y suprayacente a éste lo consideramos como un tránsito gradual.

Al NO del sinclinorio se observan efectos de un débil metamorfismo de contacto, producido por la intrusión del batolito de Valencia de Alcántara-Alburquerque, puesto de manifiesto por la existencia de minerales típicos, visibles sobre todo en los tramos más pelíticos, destacando la presencia de fenoblastos de andalucita, actualmente alterados a sericita-moscovita.

La potencia de esta unidad es realmente variable, oscilando entre 150 y 200 metros.

En la misma posición y con facies similares han sido datados restos fósiles en la zona portuguesa, correspondiendo a *Didymograptus* (GONÇALVES et al., 1978) en el flanco sur, que confirman la presencia del Llanvirniense y en las proximidades de Portalegre (flanco norte), ROMARIZ (1962) y PERDIGAO (1967), identifican una gran variedad de *Monograptus*, *Pristiograptus* y *Cyrtograptus* que caracterizan el Wenlockiense y el Ludlowiense.

En consecuencia, al no ser observada ninguna discontinuidad puede atribuirse esta unidad al Llanvirniense-Ludlowiense, sin que por el momento tengamos criterios para precisar una cronoestratigrafía más detallada.

C) Unidad Sierrafría

Esta unidad se encuentra bien desarrollada junto a la frontera portuguesa, en la ladera norte de Sierrafría.

El límite inferior se ha establecido en un nivel de cuarcitas, ya que es el único nivel claro que continúa a lo largo del sinclinorio.

Se trata de una unidad de carácter detrítico más grosero que la de Aguas Claras, con aspecto flychoide, predominando los términos cuarcíticos y areniscosos, con niveles de filitas intercaladas (fig. 4).

Las cuarcitas suelen ser bastante impuras, de color gris crema, con frecuentes puntos blancos y amarillentos observables con la lupa, que parecen corresponder a feldespatos y hematites-goetita e incluso pequeños cantos de cuarcita; este carácter poligénico las diferencia de las de la Unidad Mayorga. Son frecuentes las hiladas de minerales pesados que constituyen restos de estratificación residual.



Figura núm. 4.—Aspecto de la Unidad Sierrafría.

Intercaladas aparecen filitas silíceas versicolores, por efecto de la meteorización, aunque su color original parece ser gris más o menos oscuro. Tienen clara laminación paralela resultante de la diferencia composicional a escala milimétrica.

En conjunto destacan tres niveles cuarcíticos, más o menos areniscosos, con impregnaciones de óxidos de hierro, que dan lugar a resaltes fácilmente observables, tanto en campo como en fotografía aérea, aunque localmente desaparecen.

En el ángulo NO del sinclinorio, al igual que las Unidades infrayacentes, se encuentra afectada por los efectos del metamorfismo de contacto, observable en los niveles incompetentes, con cristales de cloritoide, de hábito rectangular y completamente desorientados.

La potencia media puede estimarse próxima a los 200 metros, aunque en ocasiones es superior como consecuencia de estar replegada y repetida.

A escala regional, incluso en zonas con fauna abundante, todavía no es posible establecer una clara separación entre los niveles del Silúrico Superior y la base del Devónico, al presentar litologías casi idénticas y faunas mezcladas o con claras afinidades devónicas, como *Parahomalonotus*, *Pteranitella laevis*, etc. (GONÇALVES y PERDIGAO, 1978). En consecuencia, podemos hablar de una continuidad sedimentaria entre estos dos sistemas y por tanto atribuimos esta unidad al tránsito Silúrico-Devónico.

D) Unidad Calera

Ha sido definida en la sierra que le da nombre, situada en el flanco septentrional del sinclinorio. La característica fundamental de esta unidad es la coloración pardo-rojiza debida a la abundancia de óxidos de hierro, que en ocasiones se disponen dando formas concéntricas típicas.

Se ha diferenciado un tramo inferior en el que predominan los términos filíticos con algunas intercalaciones de cuarcitas más o menos areniscosos, en lechos finos. En superficie presenta tonos claros como resultado de la meteorización, que corresponde por lo general a fenómenos de oxidación, que al actuar sobre el Fe^{2+} de los silicatos y sulfuros provoca cambios de coloración en las rocas.

Hacia el techo cada vez son más abundantes los niveles cuarcíticos, hasta llegar al tramo superior donde las cuarcitas forman bancos de 0,70-2 metros, con finos niveles de filitas intercaladas. Estas cuarcitas, además del cuarzo, presentan frecuentemente como mineral accesorio importante goetita-hematites, por lo cual suelen corresponder a cuarcitas ferruginosas.

El tramo basal llega a alcanzar 90 metros de potencia máxima, aflorando únicamente en la zona noroccidental del sinclinorio, pues hacia el este se acuña lateralmente, hasta llegar a desaparecer a la altura de Mayorga. Al tramo superior se le puede atribuir una potencia media de 180 metros, aunque localmente dé la sensación de ser mucho mayor por efecto de los pliegues de que está afectado (al sur de La Codosera).

El techo del tramo superior lo situamos en un conglomerado de cantos redondeados y subangulosos de cuarcita, con matriz arcillo-ferruginosa, que presenta una potencia de 0,5 a 1 metro, y una continuidad lateral bastante grande. Este nivel conglomerático también ha sido reconocido en el flanco sur del sinclinorio, cerca de La Codosera, aunque aquí aflora localmente. Lógicamente este nivel marca una cierta discontinuidad en las condiciones de la sedimentación, indicando una discordancia que nos separa el Complejo inferior del superior.

Al atravesar el río Gévora, esta unidad, en su tramo superior, se encuentra en superposición anormal sobre un Devónico más moderno, perteneciente al Complejo superior.

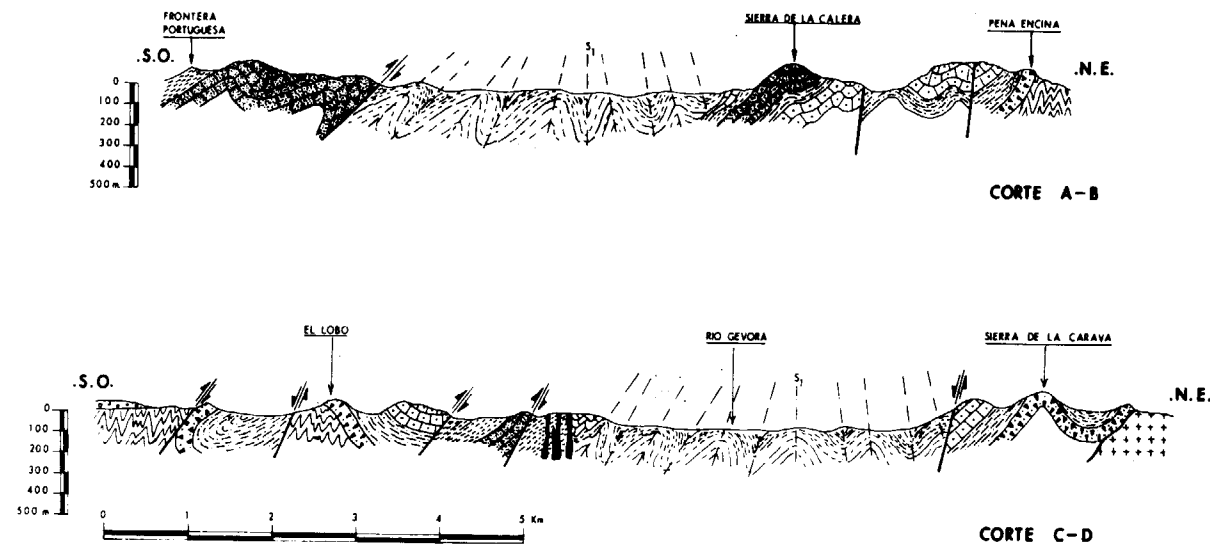
En conjunto, estas facies pueden asimilarse a las existentes en el NO del sinclinorio, con las que presentan una marcada coincidencia de características litológicas, y en las que se han reconocido restos fósiles tales como *Fimbrispirifer trigeri*, *Trigonirhynchia falaciososa*, *Hysterolites hystericus*, etc. (PERDIGAO, 1976), característicos del Siegeniense.

Los depósitos situados encima de la discordancia marcada por el nivel conglomerático señalado, corresponden al Complejo superior que está formado por una unidad denominada Unidad Gévora.

Unidad Gévora

Esta unidad ocupa la zona central del sinclinorio (fig. 5) y se encuentra formada por una serie muy monótona de pizarras y filitas muy replegadas, de colores oscuros, casi negros, frecuentemente silicificadas y en algunas zonas con intercalaciones arcillosas (fig. 6). Al microscopio predominan la sericita-moscovita y la clorita-biotita, siendo destacable el alto contenido, en algunas, de materia orgánica, que permite clasificarlas como filitas ampelíticas, así como la presencia de pirita más o menos hematizada.

En ocasiones se conserva como carácter residual sedimentario, un bandeado o laminación debido en general a diferencias cuantitativas en la composición de las láminas, determinado por la proporción relativa de cuarzo y micas, permaneciendo subparalelo a la esquistosidad.



COLUMNA L

Figura núm. 5.—Cortes geológicos esquemáticos.

Se observa muy marcada una esquistosidad N-120°-E/subvertical, siendo frecuente la existencia de fuertes «astillamientos» que denotan la presencia de otra esquistosidad de fractura, cortándose ambas bajo un ángulo muy pequeño.

En esta litología ha sido caracterizada la presencia de fauna emsiense, como *Paraspirifer auriculatus*, *Brachyspirifer*, *Douvillina taeniolata*, etc. (GONÇALVES y PERDIGAO, 1978).

En la zona que cruza el río Gévora el flanco sur del sinclinorio, esta unidad se encuentra cabalgada por las unidades Sierrafría y Calera.

Intercalada en esta unidad existe un tramo carbonatado con una gran variedad litológica que ha sido estudiado detalladamente por SANTOS y MEDINA (1976) y GUMIEL, MEDINA y SANTOS (1978), y que dejamos restringido cartográficamente al tramo de calizas.

Se trata de calizas gris-azuladas, con abundantes venas de calcita y que presentan estructura en bancos de 0,10 a 0,50 metros (fig. 7).

Al microscopio tienen aspecto tectoestructural ligeramente esquistoso, con fenocristales de cal-

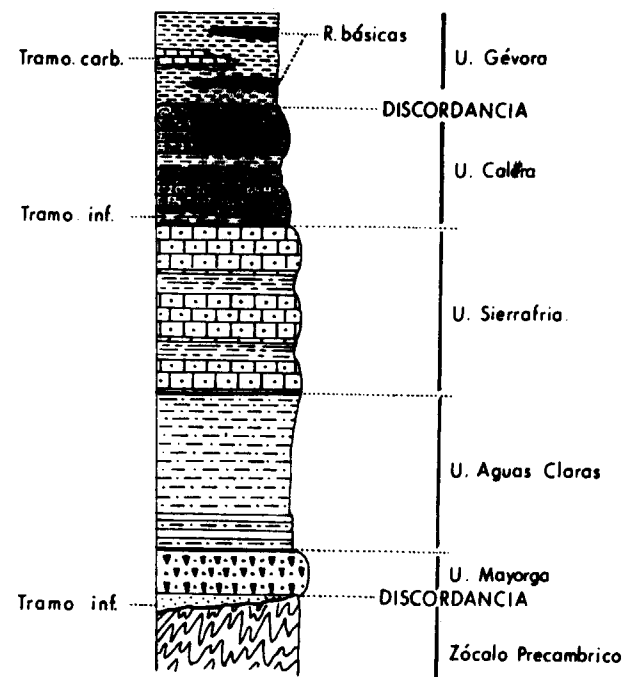


Figura núm. 5.—Columna litoestratigráfica.

cita que en ocasiones presentan granulaciones y deformación de los planos de clivaje, como consecuencia de los fenómenos de cataclisis.



Figura núm. 6.—Filitas y pizarras ampelíticas, con un nivel cuarcítico que señala un sinclinal. Unidad Gévora.

Son facies pararrecifales como se deduce de su litología y de la fauna encontrada en el C° del Fontanar, representada por *Cyathocrinites C. F. Pinatus Goldf.*, *Hexacrinites sp.*, *Cyatocrinites sp.* y otros tallos y pínulas de crinoides que permiten datar este tramo carbonatado como Cobleciense Superior-Eifeliense.

Normalmente dan lugar a afloramientos de morfología irregular afectados por fracturas, con potencia variable próxima a los 30 metros, aunque localmente puede alcanzar los 150 metros, como en el caso del C° del Fontanar. Aparece representado por un afloramiento al sur de la Calera y una larga banda próxima al flanco sur del sinclinorio, la cual se encuentra afectada por la falla de Plasencia, dando lugar a un cierto giro de los materiales, que hacia el E disminuyen de potencia hasta desaparecer completamente.

Otro rasgo característico de la Unidad Gévora es la existencia de diques de rocas básicas que se encuentran intercalados en las filitas, alineándose en dirección NO-SE y que en realidad corresponden a pequeños diques que no sobrepasan los dos metros de potencia, muy próximos entre sí, dando afloramientos que aparentemente son mucho más potentes al encontrarse grandes zonas con un recubrimiento superficial de las típicas «bolas», que son los que han sido cartografiados.

Estas rocas pueden agruparse como diabasas, con típica textura diabásica cuyos componentes fundamentales son plagioclasas (de composición próxima a la labradorita) y piroxenos (generalmente augita diopsídica), siendo importante el contenido en opacos. Se encuentran afectadas de una fuerte alteración hidrotermal con sausrutización y uralitización de plagioclasas y piroxenos.

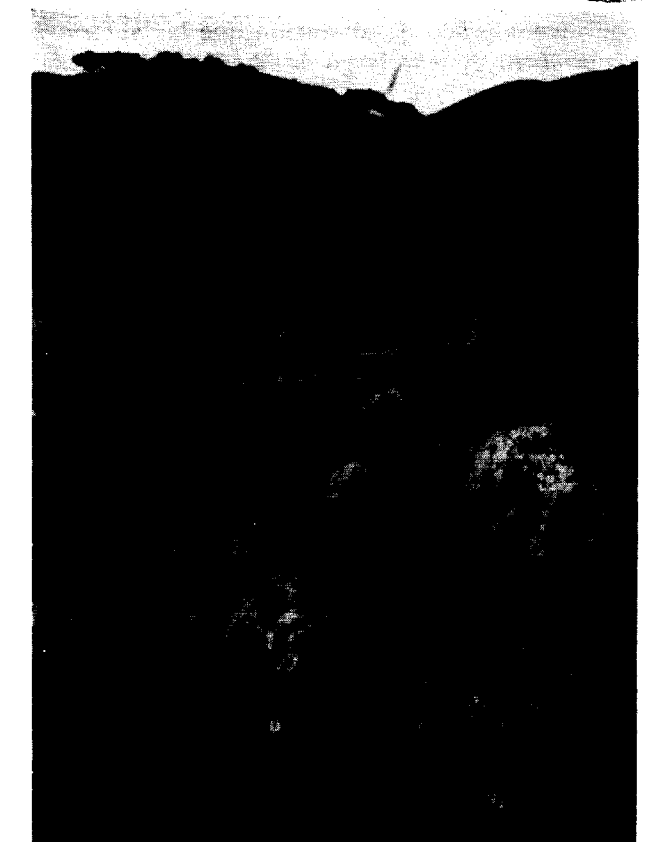


Figura núm. 7.—Afloramiento del tramo carbonatado de la Unidad Gévora. Cortijo del Fontanar.



Figura núm. 6.—Filitas y pizarras ampelíticas, con un nivel cuarcítico que señala un sinclinal. Unidad Gévora.

Son facies pararecificales como se deduce de su litología y de la fauna encontrada en el C° del Fontanar, representada por *Cyathocrinites C. F. Pinatus Goldf.*, *Hexacrinites sp.*, *Cyatocrinites sp.* y otros tallos y pínulas de crinoides que permiten datar este tramo carbonatado como Cobleciense Superior-Eifeliense.

Normalmente dan lugar a afloramientos de morfología irregular afectados por fracturas, con potencia variable próxima a los 30 metros, aunque localmente puede alcanzar los 150 metros, como en el caso del C° del Fontanar. Aparece representado por un afloramiento al sur de la Calera y una larga banda próxima al flanco sur del sinclinorio, la cual se encuentra afectada por la falla de Plasencia, dando lugar a un cierto giro de los materiales, que hacia el E disminuyen de potencia hasta desaparecer completamente.

Otro rasgo característico de la Unidad Gévora es la existencia de diques de rocas básicas que se encuentran intercalados en las filitas, alineándose en dirección NO-SE y que en realidad corresponden a pequeños diques que no sobrepasan los dos metros de potencia, muy próximos entre sí, dando afloramientos que aparentemente son mucho más potentes al encontrarse grandes zonas con un recubrimiento superficial de las típicas «bolas», que son los que han sido cartografiados.

Estas rocas pueden agruparse como diabasas, con típica textura diabásica cuyos componentes fundamentales son plagioclasas (de composición próxima a la labradorita) y piroxenos (generalmente augita diopsídica), siendo importante el contenido en opacos. Se encuentran afectadas de una fuerte alteración hidrotermal con sausrutización y uralitización de plagioclasas y piroxenos,



Figura núm. 7.—Afloramiento del tramo carbonatado de la Unidad Gévora. Cortijo del Fontanar.

lo cual permite que predominen los componentes secundarios, siendo los más frecuentes: clorita, calcita, hornblenda-actinolítica, epidota, etc.

La génesis de estas rocas es por el momento un problema difícil de resolver, al persistir múltiples dudas sobre diferentes aspectos, como son la relación temporal y espacial con las rocas circundantes, así como la calcificación importante de algunas muestras, que podría interpretarse como simple contaminación de calcita por asimilación parcial de las calizas (a las que frecuentemente están asociadas), o bien como un proceso de granitización en rocas de naturaleza calco-dolomítica. No obstante, estos extremos requerirían un estudio mucho más detallado que sale fuera de los límites de este trabajo.

Es importante resaltar la existencia de otro tipo de rocas básicas, que aún no siendo específico de esta unidad, citamos aquí porque en el área estudiada sólo afloran dentro de la misma. Se trata de unas rocas de color gris-verdoso, con textura de subofítica a ofítica, de grano medio, con menor grado de alteración que las anteriores y que intruyen a lo largo de la falla de Plasencia.

La unidad Gévora puede considerarse que inicia su sedimentación en el Emsiense, como indica la fauna identificada en los niveles más bajos. El techo de esta unidad no puede determinarse con exactitud, al no haber depósitos posteriores que nos sirvan de referencia; únicamente podemos afirmar que es posterior al Eifeliense, determinado por el tramo carbonatado intercaldado.

La unidad Gévora es equivalente a las denominadas unidad superior e intermedia por GUMIEL, MEDINA y SANTOS (1978).

IV. TECTONICA

Debido a la elevada complejidad tectónica y estructural de la zona estudiada y dada la escasez de afloramientos que permitan hacer determinaciones de carácter estructural, no es posible establecer un modelo detallado.

La Orogénesis Hercínica es la responsable de las principales estructuras que se han observado, las cuales se caracterizan por:

- Una marcada orientación ONO-ESE en la zona occidental y prácticamente E-O en la oriental.
- Buzamientos que oscilan de subverticales a verticales, siendo muy constante una ligera vergencia hacia el NE.

En el sinclinorio se han podido identificar tres fases de plegamiento:

Fase 1.^a (F₁)

Sus efectos son los que aparecen claramente marcados en todo el área. Origina gran variedad de pliegues, generalmente isoclinales, de ejes subhorizontales, y da lugar al desarrollo de una esquistosidad de fractura (S₁), paralela al plano axial de los pliegues, con dirección media N-120°-E, subvertical o ligeramente inclinada hacia el NE, permaneciendo subparalela a la estratificación (S₀) fuera de la charnela de los pliegues. Se encuentra mejor desarrollada en los materiales pelíticos. Los pliegues suelen ser simétricos o asimétricos con tendencia a la geometría similar, combinándose pliegues de las clases 1C y 3 de RAMSAY; no obstante los tipos de pliegues observados, varían notablemente en función de la litología.

Localmente se ha identificado una lineación (L_{S₀}^{S₁}), que resulta de la intersección de S₁ con la estratificación (S₀).

Esta primera fase (F₁) es la responsable de las grandes estructuras que dan pliegues de dirección ONO-ESE con ligera inmersión hacia el SE.

Fase 2.^a (F₂)

Esta fase aparece mucho menos marcada a lo largo de todo el sinclinorio. Origina una esquistosidad de fractura (S₂) menos penetrativa y en consecuencia más difícil de reconocer en campo, de dirección media N-135°-E. En la mayoría de las ocasiones puede confirmarse su existencia por la presencia de astillamientos y mosaicos de reticulado romboidal, que resultan de la intersección de S₁ y S₂ (fig. 8).

Debido a que es prácticamente coaxial con la primera fase (el ángulo S₁S₂ es muy pequeño) más que originar una nueva generación visible de pliegues, daría lugar a una acentuación de los ya existentes.

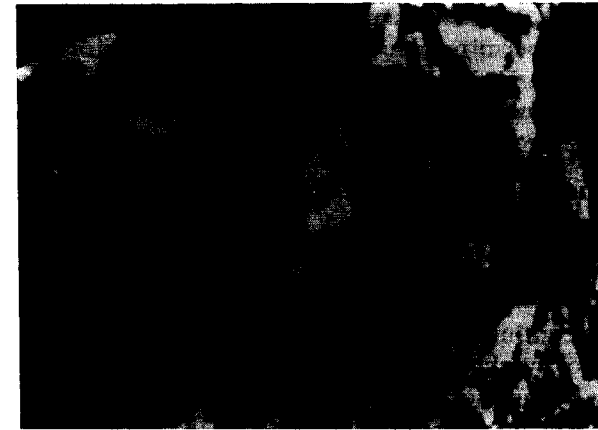


Figura núm. 8.—Reticulado romboidal, producido por la intersección de dos esquistosidades (S₁ y S₂) en la Unidad Gévora.

Fase 3.^a (F₃)

Corresponde a la última fase hercínica observada. Los efectos de esta fase también están muy localizados. Da lugar a pliegues en forma de suaves ondulaciones y pliegues abiertos de dirección NNE-SSO, aunque en campo son más fácilmente reconocibles micropliegues (kink-bands) de S₁ a escala milimétrica y centimétrica, con plano axial de dirección N-30-50°-E, subverticales y ligeramente inclinados al SE.

En determinados puntos se aprecia un diaclasadado transversal (cross-joint) poco denso, que parece corresponder a una esquistosidad de fractura incipiente (S₃) con dirección media N-40°-E y buzamiento 65-70° al NO.

En ocasiones se observa lineación de microplegamiento o crenulación.

Es importante señalar que son frecuentes las direcciones anómalas de las diferentes esquistosidades (principalmente en el flanco sur del sinclinorio), lo cual se debe a distorsiones producidas por efecto de los sistemas de fracturación, que producen giros en la posición original de los materiales.

El área estudiada presenta un complejo sistema de fracturas que pueden agruparse en cuatro familias, cuyas características principales son:

Fracturas NE-SO

Presentan direcciones próximas a N-45°-E. Están representadas por la gran falla del SO (Plasencia-Odemira) que afecta a todos los materiales del sinclinorio, produciendo grandes desplazamientos fácilmente medibles en los niveles cuarcíticos de la Unidad Mayorga (hasta 3 Km).

Este accidente es una falla de desgarre que produce desviaciones, hasta el punto de orientar las estructuras en dirección NE-SO, lo cual permite señalar claramente un desplazamiento lateral izquierdo (sentido sinistral).

En el área estudiada el trazado de esta gran falla más que a una línea de fractura corresponde a una amplia zona de fracturación.

La edad tardihercínica de estas fracturas es actualmente admitida por todos los autores (GARCÍA DE FIGUEROLA, 1965; PARGA, 1969, VEGAS, 1974, etc.).

Fracturas ONO-ESE

A este sistema pertenecen las fracturas de dirección próximas a N-125°-E, aunque varían en un espectro relativamente amplio. Constituyen el sistema conjugado del anterior, originando desplazamientos en los que el bloque SO se desplaza hacia el NO, con respecto al bloque NE, es decir, son fallas de desgarre de sentido dextral.

Por lo general resultan difíciles de reconocer, al ser prácticamente paralelas a las macroestructuras; no obstante, se puede detectar su presencia por criterios cartográficos y, con cierta frecuencia, por la existencia de diques de rocas básicas, que han aprovechado estas zonas de debilidad para intruir.

Es un sistema de gran importancia al que pertenecen las fallas inversas o cabalgamientos de los materiales devónicos.

Fracturas de tendencia E-O

Presentan direcciones próximas a N-90°-E y afectan fundamentalmente a las estructuras originadas en la Unidad Mayorga del flanco sur del sinclinorio.

La componente vertical en estas fracturas está mucho más desarrollada que la horizontal.

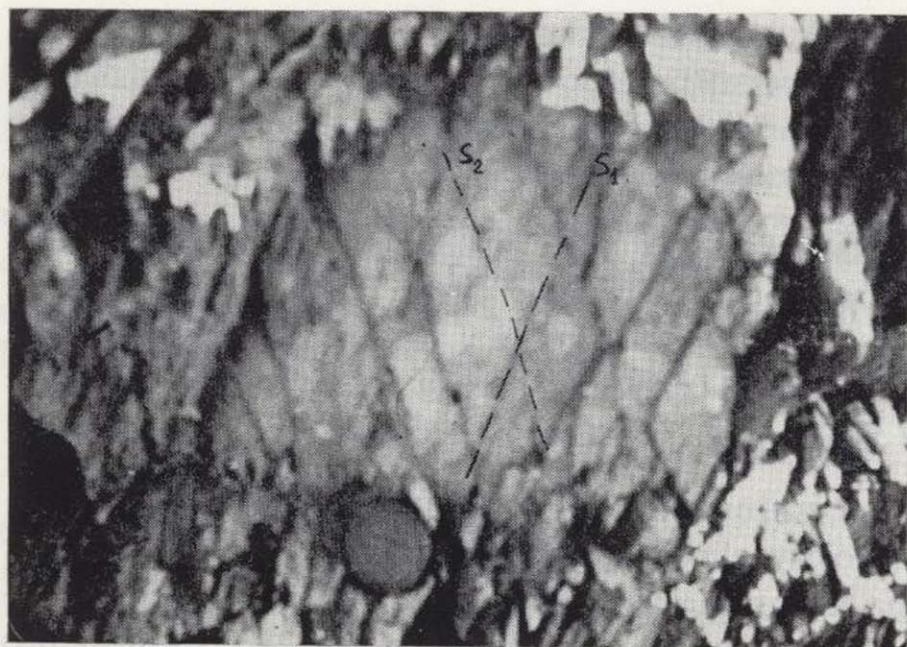


Figura núm. 8.—Reticulado romboidal, producido por la intersección de dos esquistosidades (S_1 y S_2) en la Unidad Gévora.

Fase 3.^a (F_3)

Corresponde a la última fase hercínica observada. Los efectos de esta fase también están muy localizados. Da lugar a pliegues en forma de suaves ondulaciones y pliegues abiertos de dirección NNE-SSO, aunque en campo son más fácilmente reconocibles micropliegues (kink-bands) de S_1 a escala milimétrica y centimétrica, con plano axial de dirección N-30-50°-E, subverticales y ligeramente inclinados al SE.

En determinados puntos se aprecia un diacladado transversal (cross-joint) poco denso, que parece corresponder a una esquistosidad de fractura incipiente (S_3) con dirección media N-40°-E y buzamiento 65-70° al NO.

En ocasiones se observa lineación de microplegamiento o crenulación.

Es importante señalar que son frecuentes las direcciones anómalas de las diferentes esquistosidades (principalmente en el flanco sur del sinclinorio), lo cual se debe a distorsiones producidas por efecto de los sistemas de fracturación, que producen giros en la posición original de los materiales.

El área estudiada presenta un complejo sistema de fracturas que pueden agruparse en cuatro familias, cuyas características principales son:

Fracturas NE-SO

Presentan direcciones próximas a N-45°-E. Están representadas por la gran falla del SO (Plasencia-Odemira) que afecta a todos los materiales del sinclinorio, produciendo grandes desplazamientos fácilmente medibles en los niveles cuarcíticos de la Unidad Mayorga (hasta 3 Km).

Este accidente es una falla de desgarre que produce desviaciones, hasta el punto de orientar las estructuras en dirección NE-SO, lo cual permite señalar claramente un desplazamiento lateral izquierdo (sentido sinistral).

En el área estudiada el trazado de esta gran falla más que a una línea de fractura corresponde a una amplia zona de fracturación.

La edad tardihercínica de estas fracturas es actualmente admitida por todos los autores (GARCÍA DE FIGUEROLA, 1965; PARGA, 1969, VEGAS, 1974, etc.).

Fracturas ONO-ESE

A este sistema pertenecen las fracturas de dirección próximas a N-125°-E, aunque varían en un espectro relativamente amplio. Constituyen el sistema conjugado del anterior, originando desplazamientos en los que el bloque SO se desplaza hacia el NO, con respecto al bloque NE, es decir, son fallas de desgarre de sentido dextral.

Por lo general resultan difíciles de reconocer, al ser prácticamente paralelas a las macroestructuras; no obstante, se puede detectar su presencia por criterios cartográficos y, con cierta frecuencia, por la existencia de diques de rocas básicas, que han aprovechado estas zonas de debilidad para intruir.

Es un sistema de gran importancia al que pertenecen las fallas inversas o cabalgamientos de los materiales devónicos.

Fracturas de tendencia E-O

Presentan direcciones próximas a N-90°-E y afectan fundamentalmente a las estructuras originadas en la Unidad Mayorga del flanco sur del sinclinorio.

La componente vertical en estas fracturas está mucho más desarrollada que la horizontal.

Fracturas N-S

Este sistema no se encuentra muy marcado en el área estudiada y donde puede evidenciarse claramente es en los pequeños desplazamientos producidos en las barras cuarcíticas de la Unidad Mayorga.

Las fracturas ONO-ESE probablemente han sido originadas por esfuerzos compresivos de dirección NNE-SSO, que son los que dieron lugar a las macroestructuras.

No obstante, y a la vista de los datos que poseemos actualmente, no se puede establecer un modelo detallado de fracturación; únicamente queda clara la existencia de distensiones, que han permitido la intrusión de diques básicos y compresiones que han originado esquistosidades de fracturas, cataclasis, encurvamiento de las estructuras, etc., pudiendo deducirse direcciones de esfuerzos próximos a la N-S (compresiva) y E-O (distensiva), observando los desplazamientos horizontales de los dos sistemas conjugados, lo cual coincide con el esquema propuesto por PARGA (1969) para el Macizo Hespérico.

V. CONSIDERACIONES PALEOGEOGRAFICAS

Tomando como punto de partida la secuencia estratigráfica y teniendo en cuenta todas las características, litológicas, tectónicas, etc., que presentan los materiales del sinclinorio de La Codosera, pueden establecerse líneas generales sobre la paleogeografía de este área.

El conjunto de materiales que forman el sinclinorio pertenecen al Paleozoico y el comienzo de la sedimentación puede establecerse con claridad mediante una importante discordancia; discordancia perfectamente caracterizada a escala regional, que marca el inicio de un nuevo ciclo sedimentario, de características bien diferenciadas de las de los depósitos que constituyen el zócalo precámbrico.

La sedimentación se inicia en el Ordovícico Inferior, con la que hemos denominado Unidad Mayorga, cuyo tramo basal denota facies típicamente continentales que evolucionan gradualmente a facies costeras, caracterizadas por la presencia de pistas y estructuras sedimentarias (ripple-

marks), que se sitúan en ambos lados del sinclinorio, permitiendo deducir la existencia de un golfo de varios kilómetros y marcando una etapa claramente transgresiva.

La sedimentación prosigue con unas filitas planctónicas (Unidad Aguas Claras), sin que se haya observado ninguna discontinuidad, lo cual indicaría el progreso de la transgresión durante el Ordovícico y parte del Silúrico.

A continuación se depositaría una facies de aspecto flyschoides (Unidad Sierrafría), formada por una alternancia de cuarcitas más o menos areniscas y filitas, que denotan un ligero aumento en la energía del medio de transporte producido por un cierto rejuvenecimiento topográfico, lo cual puede interpretarse desde el punto de vista paleogeográfico como el resultado de una etapa regresiva. Estos fenómenos deben atribuirse a la orogenia Caledoniana.

Posteriormente se depositaría la Unidad Calera siguiendo el progreso de la regresión, y tomando como referencia el conglomerado cuarcítico, situado hacia el techo de esta Unidad, podría señalarse el momento de máxima retirada del mar en el Devónico Inferior, que nos marca la separación de los dos Complejos sedimentarios definidos.

A continuación y con el inicio de una nueva etapa débilmente transgresiva, se depositarían los sedimentos pertenecientes a la Unidad Gévora, que ocupan el núcleo del sinclinorio y en la que se intercalan facies carbonatadas, típicas de medios pararrecifales.

Como la secuencia estratigráfica queda interrumpida con esta Unidad, se puede deducir la erosión de los materiales suprayacentes o bien la emersión general del área con la consiguiente falta de sedimentación, hipótesis esta última más acorde con las ideas actuales como el esquema propuesto por PARGA (1970).

Un episodio importante en la evolución de la zona es la instauración de la gran falla del SO (Plasencia-Odemira) con la intrusión del dique básico. Como ya hemos indicado, la edad tardihercínica de esta falla es actualmente admitida por todos los investigadores y la intrusión de rocas básicas corresponde a una etapa distensiva en épocas permo-jurásicas, caracterizando un magmatismo básico postorogénico tardío.

Por otra parte, las rocas básicas que aparecen intercaladas en la Unidad Gévora, no parecen que puedan corresponder al magmatismo básico descrito, sino que más bien apuntan en favor de un magmatismo intradevónico que podría corresponder al inicial de la Orogenia Hercínica; hipótesis esta difícil de confirmar en el estado actual de los conocimientos de esta zona.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a D. José M.^a Barón, de la División de Geología del I.G.M.E., las facilidades y estímulos recibidos para la realización de este trabajo y a D. Vicente Pastor las valiosas sugerencias en la redacción y revisión del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- CASAS RUIZ, J., y SANTOS GARCÍA, J. A.: *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. 2.ª serie. Hoja núm. 726 (Pino de Valencia)*. IGME (en prensa) (1978).
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C.: *La continuación hacia el SO del dique básico de Plasencia*. Notas y Comunicaciones del IGME, núm. 77, pp. 129-164 (1965).
- GONÇALVES, F.: *Subsidios para o conhecimento geológico do Nordeste Alentejano*. Serv. Geol. de Portugal, Memoria 18 (Nova serie), pp. 1-62 (1971).
- GONÇALVES, F.: *Estado actual do conhecimento geológico de nordeste alentejano*. IV Curso de Ext. Univ. de Cienc. Geol. Fac. Cien. Lisboa, 23 p. (1978).
- GONÇALVES, F., y PERDIGAO, J. C.: *Carta geológica de Portugal. Escala 1:50.000. Folha 33 A (Assumar)*. Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos, 37 pp. (1978).
- GUMIEL, P.; ARRIBAS, A., y SAAVEDRA, J.: *Geología y metalogenia de estibina-scheelita de San Antonio, Alburquerque (Badajoz)*. Stvdia Geologica X, pp. 61-93 (1976).
- GUMIEL MARTÍNEZ, P.; MEDINA FERNÁNDEZ, E., y SANTOS GARCÍA, J. A.: *Litoestratigrafía y control estructural de la mineralización antimoniífera de la franja calcárea-devónica de Alburquerque (Badajoz)*. Bol. Geol. y Minero, t. 89 (1), pp. 39-52 (1978).
- LOTZE, F.: *Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta*. Geotek. Forsch. (Berlín). t. 6, pp. 78-92 (1945).
- PARGA, J. R.: *Sistema de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico*. Trab. Lab. Geol. de Lage, núm. 37, pp. 1-15 (1969).
- PARGA, J. R.: *Evolución del Macizo Hespérico en los tiempos antemesozoicos y sus relaciones con otras áreas europeas*. Bol. Geol. y Minero, t. 81 (2-3), pp. 115-143 (1970).
- PERDIGAO, J. C.: *Os graptolitos e fauna associada da regio de Portalegre*. Com. Serv. Geol. Port. Lisboa, vol. 52, pp. 65-78 (1967).
- PERDIGAO, J. C.: *O Devonico de Portalegre*. Com. Serv. Geol. Port. Lisboa, vol. 57, pp. 203-225 (1973-74).
- PERDIGAO, J. C.: *Carta geológica de Portugal. Escala 1:50.000. Folha 29-C (Marvão)*. Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos, 18 pp. (1976).
- QUESADA GARCÍA, A.: *Falla de desgarre en el SO de la Península Ibérica*. Notas y Comunicaciones del IGME, núm. 58, pp. 163-182 (1960).
- ROMARIZ, C.: *Graptolitos do Silúrico português*. Rev. Fac. Cienc. Lisboa, 2.ª serie, vol. 10, fasc. 2, pp. 115-313 (1962).
- ROSO DE LUNA, I., y HERNÁNDEZ PACHECO, F.: *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. 1.ª serie. Hoja 727 (Alburquerque)*. IGME (1942).
- SANTOS GARCÍA, J. A., y MEDINA FERNÁNDEZ, E.: *Estudio Geológico-Minero de la formación calcárea de la reserva de Alburquerque. Area I, Subsector XII*. IGME (inédito) (1976).
- SANTOS GARCÍA, J. A., y CASAS RUIZ, J.: *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. 2.ª serie. Hoja 701 (Valencia de Alcántara)*. IGME (en prensa) (1978).
- SANTOS GARCÍA, J. A., y CASAS RUIZ, J.: *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. 2.ª serie. Hoja 727 (Alburquerque)*. IGME (en prensa) (1978).
- SANTOS GARCÍA, J. A., y CASAS RUIZ, J.: *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. 2.ª serie. Hoja 750 (Gallina)*. IGME (en prensa) (1979).
- VALLE DE LERSUNDI, J.: *Sobre la posible existencia de una importante falla al SO de la Península*. Notas y Comunicaciones del IGME, núm. 56, pp. 103-108 (1969).
- VEGAS, R.: *Formaciones precámbricas de la Sierra Morena occidental. Relación con las series anteordovícicas de Almadén, Don Benito y Cáceres*. Estudios Geológicos, vol. XXVI, IX, pp. 225-231 (1970).
- VEGAS, R.: *Geología de la región comprendida entre la Sierra Morena occidental y las Sierras del N de la provincia de Cáceres (Extremadura española)*. Bol. Geol. y Minero, t. 82, fasc. 3-4, pp. 351-358 (1971).
- VEGAS, R.: *Las fallas de desgarre del SO de la Península Ibérica*. Bol. Geol. y Minero, t. 85, fasc. 2, pp. 153-156 (1974).
- VEGAS, R.; ROIZ, J. M., y MORENO, F.: *Significado del esquistograuváquico en relación con otras series pre-Arenig de España Central*. Stvdia Geológica, núm. 12, pp. 207-215 (1977).

Recibido en febrero de 1979

Sobre la Paleobiología del Vallesiense de la región de Sabadell

Por J. M. GOLPE POSSE (*)

RESUMEN

Se intenta hacer una síntesis de lo que pudo haber sido el paisaje y la vida en la región comprendida entre los límites, en el espacio y tiempo, de Cerdanyola y Terrassa, a base de los estudios varios, hechos en los muchos yacimientos entre ellos comprendidos, con especial mención de siete. El resultado es la aceptación de un clima tropical-subtropical, reflejado en la presencia de ciertas condiciones litológicas y de los restos fósiles de plantas y animales abundantes en el conjunto.

RESUME

On a essayé une synthèse des possibles et probables paysage et vie dans la région de Sabadell pendant le Vallésien avec les précisions obtenues des restes fossiles de nombreuses plantes et animaux trouvés dans les gisements, ainsi que des résultats litologiques.

ABSTRACT

This paper is the result of comparative studies on the synthesis made by different authors. It is assumed a tropical-subtropical climate for the region of Sabadell during the Vallesian with well adapted flora and fauna, living in this warm and wet habitat.

INTRODUCCION

El suelo de Sabadell y alrededores, formados por la terraza cuaternaria del Ripoll, tapan el Mioceno subyacente, rico en fósiles, no sólo en el mismo subsuelo urbano sino también, y principalmente, en todas las excavaciones más próximas que se hicieron en el mismo nivel. Los restos fósiles obtenidos en ellas hacen posible dar una ojeada sobre el aspecto que ofrecía la vida en las capas profundas de la región, cuando estaban al descubierto, hace unos diez millones de años.

Para reconstruir este paisaje viviente se echa mano de yacimientos, más o menos cercanos, ubicados en un radio de cuatro kilómetros, que contienen restos de seres que vivieron entre los quince y los ocho millones de años atrás. El más

importante de estos conjuntos fosilíferos auxiliares es el de Can Llobateres, formado en la misma época que el subsuelo de Sabadell, que proporcionó gran abundancia de documentos. Se mencionarán también, como datos complementarios, otras localidades de la misma edad, como Caldas de Montbui, a unos quince kilómetros al norte, con restos muy escasos y quizá algo más recientes (Vallesiense Superior), y los dos de Cerdanyola, a unos siete kilómetros al sur.

Bastante más lejos está el afloramiento más reciente de Piera, encajado temporalmente entre los ocho y los cinco millones de años atrás (Turoliense). Representa la fase climática más seca del Vallès-Penedès con un cambio brusco de régimen. De él se obtuvieron restos de formas provenientes del Este europeo y mediterráneo, propias de ambientes esteparios, que se manejarán solamente como punto de referencia comparativo y como representación de la ausencia final de una época

(*) Instituto Provincial de Paleontología de Sabadell.

boscosa y de animales de origen centroeuropeo, ya conocidos en esta región en épocas geológicas anteriores, y que progresivamente fueron desapareciendo.

Los yacimientos con faunas y floras, de las fases ambientales últimamente citadas, más cer-

canos entre ellas en el tiempo y en el espacio, que enmarcan las localizaciones urbanas sabadellenses, forman con éstas una serie continuada en el tiempo. Así, en un lapso de tiempo de unos siete millones de años, se pueden escalonar siete yacimientos:

Terrassa y alrededores	9m.a.- 8m.a.	Vallesiense Superior
Sabadell - Ciudad	11m.a.-10m.a.	Vallesiense Medio
Can Llobateres	11m.a.-10m.a.	Vallesiense Medio-Inferior
Can Ponsic	12m.a.-11m.a.	Vallesiense Inferior
Castell de Barberà	13m.a.	Vindoboniense Terminal
Sant Quirze	14m.a.	Vindoboniense Superior
Masrampinyo	¿15m.a.	Vindoboniense Inferior - Medio

El análisis de las características de los animales y plantas fósiles más significativos de estos yacimientos, vistos a través del uniformitarismo, o aplicación al pasado del conocimiento de diversos aspectos de los seres vivos y de sus ambientes en la actualidad, permiten hacer una reconstrucción ideal del paisaje de la época y de sus moradores, proporcionando así una visión general del ambiente y de sus características florísticas y faunísticas.

Aún teniendo en cuenta que los restos fósiles exhumados no representan todo lo que existió en el Vallesiense de esta región ni en cantidad ni, probablemente, en formas diferentes —aún poseyendo muchas— se puede admitir que, al hacer un estudio razonado de lo encontrado, lo que se logra, al menos en su nivel más restringido, es una interpretación aproximada de la asociación fósil compuesta por los descubrimientos hechos en los diversos yacimientos, que muestra un reflejo de la vida real vallesiense en el Vallès.

De este modo, y como anticipo de lo que se expondrá más adelante, se puede resumir que, para una época y yacimientos como los que se pretende encuadrar aquí, se obtiene como panorámica general del ambiente y vida una estampa parecida a la de los bosques actuales de Indochina y Malasia, o a la de los bosques mixtos del Lejano Oriente, y, en algunos aspectos, se acercaría a un paisaje semejante al de las sabanas boscosas africanas, sobre todo cuando se considera el período algo más reciente, alrededores de Terrassa; las estepas africanas corres-

ponderían al ambiente posterior, si se analizara el conjunto de Piera en el Penedès.

Estas matizaciones ambientales no precisadas son debidas a que el uniformitarismo no siempre «funciona» categóricamente, pero su aplicación es imprescindible en todos los estudios de interpretación paleobiológica, ya que deja siempre un abanico de posibilidades, no excluyentes entre sí, de acercamiento al problema, que son acumulativas a, y corroborantes de, su solución definitiva.

La formación del subsuelo de la región tuvo lugar en los seis millones de años comprendidos entre el Vindoboniense Superior y el Vallesiense Superior (catorce-ocho millones de años atrás). La génesis de estos terrenos fue parte de la perfiladura de la Cuenca del Vallès, que entonces se configuraba. En el estudio de ésta se ha de tener en cuenta su situación geográfica con relación a los mares Tetis, o antiguo Mediterráneo, y Paratetis. Este, encerrado entre los arcos alpinos individualizados en Europa Central y Oriental, a partir del Mioceno tiende a formar facies no marinas, dando lugar a un conjunto de Cuencas internas más o menos paralelas, al norte del mismo, que, después de estar invadidas por él fueron depresiones de sedimentación como las del Vallès-Penedès. Las comparaciones de sus restos fósiles contemporáneos permiten hacer reconstrucciones y observaciones a gran escala de diversos aspectos del pasado de las Cuencas Catalanas y las siguientes: Transilvánica, al este de la Cuenca de Viena, y Exínica, al este de Grecia, ambas pliocenas; Panónica, o Cuenca de Viena, encerrada

entre los Cárpatos y al noreste y sureste de los Alpes, Dácica, al norte de los Balcanes y Dináridos, Póntica o Euxínica, que ocupaba más o menos lo que es hoy el mar Negro y el sur del Cáucaso, y Aralo-Cáspica, aproximadamente el mar Caspio actual, vindobonienses, y quizá algo más recientes en algunos de sus territorios.

Por su situación geográfica la región catalana sufrió algunos de los avatares del resto de España, dado que la posición extrema de la Península Ibérica en el oeste del Mediterráneo mioceno y al sur de Europa, condicionó la detención de las migraciones, como ya había sucedido varias veces, con lo cual el papel de las mismas, tanto de las procedentes del Norte como de las del Este y algunas veces del Sur, se modificó al llegar a Iberia e, incluso, se originaron distinciones entre sus componentes faunísticos dentro de la misma geografía hispana, debidas a la brusca parada y concentración subsiguiente, de la corriente migratoria en límites relativamente estrechos. Se delimitaron, al menos, dos provincias faunísticas en España, la de la Meseta y la del Noreste (Cataluña, Aragón y parte de Levante) separadas por la Cordillera Ibérica, y otra en Portugal, más vinculada a la centroespañola, y surgieron diversos focos de formas nuevas, algunos importantes en Cataluña.

La cuenca del Vallès, con la del Penedès y la de la Selva, formaron la Fosa Prelitoral Catalana, producida por el hundimiento progresivo y relleno simultáneo de la misma. Esta depresión está limitada por dos cadenas montañosas: al noroeste, la Cordillera del Interior o Prelitoral, con montañas altas, y al sudeste, la Cordillera Costera Catalana, Serralada de Marina o Litoral, que se hunde dentro del Mediterráneo en el Campo de Tarragona, que influyeron grandemente en la dispersión e individualización de las formas vivientes en el Mioceno.

Durante el Vindoboniense, y al norte de la faja de sedimentación marina más antigua, el hundimiento del Centro de la Depresión dio lugar también a intercalaciones marinas, pero la naturaleza de otros sedimentos, junto a la vegetación y fauna encontradas, dejan suponer al final del mismo la existencia de bosques, relativamente más secos que los anteriores, acentuándose la sequedad en el Vallesense. En esta época la regresión del mar vindoboniense permitió la formación de terrenos completamente continentales,

cuenca del Vallès y parte del Penedès, pasando esta última región, y algunas porciones del Vallès, por zonas sumergidas de deposición lacustre y/o continentales, según los lugares.

Es necesario hacer mención aún no sólo de la posición particular de la zona sabadellense en la cuenca sedimentaria del Vallès, sino también de su paralelismo más o menos estricto con la cuenca del Penedès, e incluso con las de Cerdanya y Seu d'Urgell en el Pirineo, aunque estas últimas tuvieron un ambiente más boscoso y pantanoso de tipo europeo y no estuvieron influenciadas por el ambiente mediterráneo, tampoco recibieron aportaciones del este de Europa, ni de Asia.

REGION DE SABADELL

Dentro de la Depresión, la zona occidental, que es la tratada aquí, quedó limitada al Noreste por el bloque del Montseny y por el río Llobregat al Suroeste. La región estricta de Sabadell, por la Riera de Les Arenes al Oeste y la de Caldes al Este, formando una unidad bastante homogénea. Se toman los límites norte y sur más amplios, sobre todo el primero, por ser necesario para un estudio más real de la época.

Aparte de las citas concretas del texto se tuvieron en cuenta diversos trabajos de ALMERA, BATALER, BERGOUNIOUX, CRUSAFONT, GOLPE, DEPERET, MIR I RAFOLS, SOLÀ, SOLÈ, VILLALTA, en lo que se refiere a datos de flora, fauna, estratigrafía y geología, así como otros autores para temas más generales.

Los yacimientos de la región llegan por el Norte hasta Caldes de Montbui, de donde se conoce solamente un Suido, que permite paralelizar estos niveles con los de Terrassa. En el límite Este se incluyen varios (cinco) afloramientos de Polinyà, empalmados con los de Sabadell por la región del Cementerio. En el extremo Sur, algo más lejos ahora, se señalan los descubrimientos de Cerdanyola, sólo dos y poco conocidos, ya que tienen muy pocos fósiles.

De las localidades fosilíferas de la zona Oeste, por el contrario, rica en yacimientos bien estudiados, se considerarán únicamente las más próximas a las situadas al borde sureste de la ciudad de Terrassa, o en su casco urbano, descartando

PALEOECOLOGIA

En una rápida visión-resumen, la época y su ambiente ecológico podrían sintetizarse de la siguiente manera: Durante el Vallesense (12 m.a.-9 m.a.) siguió el levantamiento de los Pirineos, que influyó en el desarrollo del aspecto habitacional, impidiendo, en principio, la libertad de intercambios biológicos, que habían tenido una amplia actividad con Centroeuropa en épocas anteriores.

Estos fenómenos geológicos supusieron un cambio simultáneo, e insensible, en el ambiente, llegando a producir un clima menos húmedo y menos cálido, lo que se tradujo en una desecación, desde niveles incipientes, mínimos, a una lograda realidad, también de un modo paulatino y gradual. Estas variaciones dieron como resultado la limitación de hábitats, o nichos ecológicos, poco distintos de los anteriores, interpretados escalón a escalón, pero sensiblemente diferentes al final del proceso.

Debido a que había empezado, justamente al principio del Vallesense, una débil inmigración del este de Europa, las faunas y floras variaron muy lentamente, pero dando especies con caracteres propios para España y Portugal, como resultado último del conjunto de fenómenos confluentes. Mientras tanto, el oeste de Europa siguió formando una gran provincia ecológica con condiciones húmedas y boscosas más acusadas y uniformes que en la Península Ibérica. Esta se fue aislando ambientalmente, excepto las Cuencas de Cerdanya, Bellver y Seu d'Urgell, que se mantuvieron de tipo europeo, de modo parecido a las del sur de Francia; y aunque en la región del Ródano (Soblay) llegaron algunas formas de tipo mediterráneo, se podría considerar la zona como una pequeña subprovincia.

Las primeras inmigraciones faunísticas, efectuadas a lo largo del Paratetis, procedentes del este de Europa, están representadas por: el Jiráfido *Palaeotragus*, con apéndices craneanos grandes, encontrado en Castell de Barberà, Les Martines, Bòvila Sagués, y también existente en Soblay; *Hipparion*, Equido tridáctilo, que sustituye a *Anchitherium*, éste típicamente de bosque; *Tragoceurus*, Antilópido primitivo con apéndices craneanos; todos ellos animales propios, en su origen, de ambientes de sabana. Elementos nuevos más orientales como ciertos Hiénidos (*Hyaenictis*) y *Progenetta* (*Ictitherium*) son rarísimos aún.

las que están más allá de la línea límite Sant Miquel del Taudell-Can Cabassa, al oeste de aquella, y que continúan en gran número en la región de Viladecavalls.

Se hará, pues, un estudio limitado a lo que se puede llamar «Sabadell y alrededores»; para una mejor limitación de sus cincuenta afloramientos conocidos, que corresponden estratigráficamente a la «biozona de Sabadell», se dieron (GOLPE, 1979 *a in lit.*) clasificados en tres regiones:

a) Región Casco Urbano

Reúne los fósiles aislados, extraídos de quince puntos de diversos lugares de la ciudad de Sabadell, obtenidos como resultado de las excavaciones en pozos, abertura del túnel del ferrocarril y construcciones diversas. Se equiparan bien estos descubrimientos, tanto por formas fósiles como por edad, con las obtenidas en las excavaciones de Can Llobateres.

b) Región Este

Contiene veintiuna localizaciones, de las que algunas se podrían desdoblar, o ensamblar, si se llega a establecer bien la correspondencia de citas antiguas y modernas. De todos modos, rondan la veintena. Hay que destacar entre ellas «Castell de Barberà», del Vindoboniense terminal, y «Can Llobateres», Vallesense Medio-Inferior.

c) Región Oeste

Representada, esencialmente, por nueve señalizaciones geográficas; se deben de resaltar las correspondientes a «Can Ponsic», algo más baja estratigráficamente que las de capas del subsuelo de Sabadell, y «Trinchera de Ferrocarril de Sant Quirze», aún más lejana en el tiempo, como las más ricas en documentos fósiles y, por tanto, más ilustrativas en el momento de hacer estudios comparativos.

Además, se añadieron los yacimientos que corresponden a la:

Región Sureste de Terrassa

Se suman los datos de estos afloramientos porque enlazan casi con los de la «región oeste» de Sabadell y porque están formados por niveles de la misma edad y por otros algo más recientes. En total son nueve.

En las manifestaciones biológicas de la época vallesiense hay también una mezcla de formas más o menos «clásicas», que se pueden separar en tres grupos:

a) Muchas especies son comunes con los de yacimientos europeos, en especial con el alemán de Eppelsheim; entre ellas hay representantes de los Tapíridos, que alcanzaron en España su límite más meridional en Seu d'Urgell y Can Llobateres. Esto hace pensar que aún había intercambios faunísticos con Centroeuropa, aunque disminuirían según se alzaban los Pirineos.

b) Otras especies, no muy diferentes de sus predecesores, podrían explicar una supervivencia simple, sin dar lugar a grandes cambios en las faunas ya existentes, o «adquiridas» anteriormente, como lo demuestran muchas formas endémicas o persistentes (Fase vallésica de CRUSAFONT). Estos endemismos diferencian a las faunas más modernas de las vindobonienses, no excluyendo de un modo tajante la posibilidad de los intercambios.

c) Hubo, por otra parte, cambios en los animales provocados por mutaciones genéticas, que crearon especies diferentes de las vindobonienses y sumaron aportes nuevos no inmigrados.

Estos tres últimos fenómenos pudieron haber sido simultáneos o seriados; quizá serían más explicables como consecuencias sucesivas de las continuadas presiones ambientales y como respuestas a los estímulos producidos por los inmigrantes.

Es interesante resaltar también que en España se pasaría, paralelamente a los hechos anteriores, por un Vallesiense forestado, tipo Can Ponsic; a uno forestado-sabanoso de tipo Can Llobateres, hasta uno sabanoso algo forestado, como en Terrassa, y, por fin, a un Turolense esteparario, estando bien diferenciados entre sí estas épocas por los intercambios nórdicos, las inmigraciones orientales, las diferencias adaptacionales y los cambios mutacionales genéticos, que dieron como resultado la diversificación de faunas y su habituación a un clima menos húmedo y, por tanto, a otros regímenes alimenticios, ya que las plantas y los espacios habitacionales también fueron cambiando (las floras también siguieron las mismas adaptaciones, pero los restos florísticos no son tan abundantes).

Esta gradación marcada de los cambios, producida en España, contrasta con los hechos observados en el resto de la geografía circunmediterránea y en las tierras eurasiáticas más al norte. Así, con matizaciones, pero sin grandes cambios, se supone un régimen forestado durante todo este lapso de tiempo en Centroeuropa y esteparario en el este de Europa, sin graduaciones climáticas en ninguno de los dos casos, o fueron muy débiles, donde las hubo.

Aunque la humedad decreció con respecto al Vindoboniense, hubo, durante el Vallesiense, Insectívoros malacógagos (*Plesiodimylus chantrei*) y Lútridos aonicooides, entre otros, en Can Llobateres y Can Ponsic, así como restos vegetales de Coníferas en el primer yacimiento que exigen un clima húmedo.

El clima del Vindoboniense, según se pudo deducir de los fósiles de Sant Quirze y Masrampinyo, fue cálido y húmedo, de ambiente tropical con ríos y/o zonas lacustres o salobres, de régimen boscoso con árboles de ribera, Coníferas y otras especies de clima más cálido y húmedo, que el deducido de las plantas y animales fósiles encontrados en Terrassa (Vallesiense Superior). Los climas diferirían, aparte de la existencia de algunas especies particulares, sólo en cuestión de grado. Se puede, pues, concluir que con el Vallesiense se llega a un ambiente menos húmedo y menos cálido, cuyo extremo representante sería el conjunto de Terrassa y alrededores.

Esta desecación progresiva hizo desaparecer poco a poco los reductos palustres y lacustres vindobonienses, según lo muestra el empobrecimiento sucesivo de los organismos encontrados en diversos puntos, organizándose paulatinamente una red hidrográfica más activa y compleja, que estaría formada por corrientes de agua más turbulentas, como lo demostraron los estudios hechos en la región más continental de Hostalets en el Penedès.

Esta aridización general del clima se dio también en el Neógeno europeo, más mediatizada, pasando de bosques ricos en formas a comunidades de riberas semiáridas, que más tarde desaparecieron. En el Mioceno de Polonia y en el Neógeno de Checoslovaquia se pasó de facies pantanosas-lagunares de llanuras aluviales a asociaciones de vegetación de escarpe con Coníferas y plantas propias de este biotopo. En el Oligoceno

Superior de Hungría se encontraron restos de maleza de ribera y pantanos, que pasaron a bosques de laurel en escarpes y *Ficus* en la parte superior de la ribera; de ambiente tropical, en conjunto, para todos ellos.

En resumen, la adquisición en el Vallès de una relativamente rápida (tres millones de años) deforestación provocó la regresión de los paleobosques, continuando en determinados lugares como reductos cerca de, o en, manchas de agua, posibilitando la formación en el Vallesiense Superior de llanuras menos boscosas, más abiertas, más secas, que permitían la vida de animales inmigrados como *Hipparion*, *Tragocerus* y otros, que en el Vindoboniense de St. Quirze o de Castell de Barberà no existían, puesto que exigían un habitat de bosque no tan húmedo, si no llegaron a vivir en las zonas más sabanosas que se pudieran haber formado en algunos puntos aislados.

La aparición de Antilópodos grandes, con cuernos (*Tragocerus*), sería correlativa con la deforestación, ya que éstos les servirían como elementos defensivos en ambientes abiertos y no molestos como lo serían en los bosques cerrados, donde los animales semejantes se defenderían mejor entre la maleza, dado su tamaño más pequeño.

A modo de conclusiones, y después del estudio de los seres y acondicionamientos que les acompañaron, se llega a la suposición de la existencia en esta región considerada de una extensión nemorosa con formaciones, en conjunto, fluvio-lacustres, un paisaje de poca altura y de aspecto suave y no con elementos propiamente montañosos. En estas formaciones acuáticas parece que no podrían haber las de tipo pantanoso-lignitosas como límite extremo de este régimen ambiental. Los pantanos, o superficies enfangadas, inundadas de modo continuo durante algún tiempo, aunque hubiera alternancias de períodos secos, pero cortos, se detectarían por las facies de origen húmico, que en estas regiones son pocas y débiles.

El proceso pantanoso en una zona densamente vegetada, como sería al principio, podría haber ido paralelo a la formación de lignitos como en otras regiones. Sin embargo, los sedimentos húmicos, donde los hay, son más pobres que los formadores de turberas o ciénagas pantanosas y, por tanto, aún menos propias para la sedimen-

tación de lechos lignitosos, aunque existan algunos en Can Cabassa, pero son muy pobres y de amplitud muy reducida. En todo caso, serían unos terrenos menos pantanosos que en Cerdanya y Bellver, donde abundan los lignitos.

Sería posible la existencia de lagos, ya que la deposición de sedimentos finos fue pausada, en algunos lugares y momentos, o de corrientes fluviales, tranquilas y lentas, ya que hay en diversas áreas alternancia de unas capas con elementos finos con otras formadas por unidades más gruesas, que corresponderían a la acumulación en épocas de aguas más movidas, quizá coincidiendo con lluvias temporales fuertes, pero no provocadoras de gran dinámica hidrográfica. Algunos parajes de la región fueron colmatados con materiales finos, generalmente (margas y arcillas fosilíferas) de origen continental, que son fácilmente atacables en algunos sitios por los agentes de la erosión, zonas de Sabadell y Terrassa, dejando al descubierto las capas fosilíferas; también hay ejemplos de la alternancia de sedimentos, como en Can Llobateres, donde éstos forman un paquete en el que destacan arcillas arenosas amarillentas y pequeños conglomerados. Un aspecto igual, o parecido, o algo más diferenciado, lo muestran otros yacimientos ubicados en la zona del Ripoll y de Terrassa.

Estos sedimentos finos de depósitos tranquilos de agua dulce podrían corresponder a remansos fluviales, que posibilitarían los nichos de los abundantes Castores (*Steneofiber*, grande, y *Mososaulax*, pequeño), así como la vida de los Mustélidos, abundantes también, y/o lagunas con pequeñas capas indicadoras de aguas someras. En el Vindoboniense de St. Quirze son abundantes las margas y limos palustres que admiten la existencia de terrenos blandos, propios para ser morados por animales excavadores como Chalicotéridos (si este animal lo fuera), Insectívoros, Gusanos, donde podrían encontrar alimentos adecuados; y no sólo éstos, sino también Dinoterios y Suidos, por ejemplo; al mismo tiempo estas capas subterráneas cobijarían a otros animales (Gasterópodos, Topos, Reptiles). Todos estos animales se encontraron fósiles, excepto los Gusanos, pero cuya existencia se supone para que se cumpla el equilibrio biótico. El modo de vida de Castores y Mustélidos, entre otros, aboga más en favor de corrientes fluviales lentas que de aguas lagunares estáticas.

RESTOS DE VEGETALES ENCONTRADOS

Como muchas plantas terrestres son mejor indicadores climáticos que los animales —éstos son más útiles como guías ambientales— se hace necesario, en primer lugar, dar unas pinceladas sobre los restos de la flora encontrada, muy pobre, en conjunto, en relación con los animales fósiles estudiados en esta región. Aquéllos son muy escasos en Can Llobateres, en fuerte contraste con las especies animales, alrededor del centenar; más abundantes en Masrampinyo, pero tampoco comparables en cantidad con los documentos paleozoológicos del yacimiento cercano, en el tiempo y en el espacio, de St. Quirze; más rica es la flora encontrada en los alrededores de Terrassa y donde la relación de géneros Plantas-Animales (15/16) ronda la unidad; sus yacimientos están ubicados muy cerca unos de otros, por lo que se refiere a la región sudeste de la Ciudad, aunque la posición de los afloramientos con fósiles de Vegetales no se conozcan con exactitud, ya que los datos, tomados de la literatura antigua, carecen de indicaciones precisas.

Entre los restos de Plantas de Can Llobateres se pudieron identificar algunos de hojas, entre ellas una bonita de Palmácea, próxima a *Sabal*, con hojas flabeladas, raquis prolongado en una larga punta triangular, sobre cuyos bordes se ven las inserciones de los foliolos; algunos de tallos, indeterminables, y no existen indicios de ramas; por el contrario, los frutos de dos tipos de higuera, determinados por ALVAREZ-RAMIS (1975), fosilizados en Aragonito, son numerosos y permitieron hacer algunas deducciones interesantes sobre diversos temas. Se señalaron también en Sabadell (subsuelo) (BATALLER, 1928) restos de *Thypha*, Gramínea acuática, que se enraiza en suelos firmes e indica la existencia de riberas o bordes fluviátiles o lagunosos; *Quercus*, frondoso, de clima templado-seco, tropical-subtropical. Los fósiles de Can Llobateres son las ya citadas Palmas, de orillas de bosque abierto; *Ficus*, parecidos a dos especies que actualmente viven también en los bordes de ríos de bosques del mismo tipo, tropicales o subtropicales, igual que las anteriores, de los dos Hemisferios (cuenca mediterránea y Norteamérica); la forma mediterránea es de zonas boscosas más pedregosas que la otra; hay otros fósiles atribuibles a Coníferas (CRUSAFONT et TRUYOLS, 1951) que dejan pensar en bosques de ladera de montaña.

El conjunto de Can Llobateres representa una asociación que podría corresponder a un bosque de ribera, bosque en galería, bosque monzónico con caída de hoja en períodos secos, adaptado a cambios y alternancias húmedo-seco; el clima sería de tipo subtropical, cálido y húmedo, atenuado. El paisaje mostraría alturas muy moderadas y en los lugares húmedos de los bosques vivirían una buena parte de los animales encontrados, mientras que los espacios más abiertos estarían habitados por otro buen número de especies determinadas entre los restos.

En este yacimiento, que es el más rico en especies zoológicas del Vallesense Medio europeo, se pueden distinguir por lo menos dos aportes claros de elementos fósiles (frescos y rodados), sin poder ser precisado, por el momento, el origen de los mismos. Los ejemplares permiten hablar de un gran centro de acumulación, más idóneo para restos animales; este depósito sería originado por el acarreo de aguas tranquilas, y esta quietud estaría favorecida por la poca altura de los contornos, que permitiría un transcurso no tumultuoso de aguas abundantes, gracias a un clima con, relativamente, aún pocas variaciones.

Las conclusiones que se pueden extraer de estos pocos fósiles vegetales, relacionados con la fauna y características litológicas del yacimiento, encajan bien como una fase intermedia de la evolución general del ambiente con respecto a los datos obtenidos en otros yacimientos cercanos. Así, en Masrampinyo (Montcada) ALMERA (1891 a y b, 1892, 1899) señaló una flora vindoboniense; al principio, escasa en sedimentos continentales de ribera, de laguna, marisma, o albufera, «tortónica», o de montes y ribera marinas. Más tarde, dio algunos detalles más de este yacimiento de la Trinchera del Ferrocarril, en la estación de Masrampinyo, y de otros situados entre Cerdanyola y St. Cugat, donde afloraban arcillas litorales con *Mytilus*, af. *fuscus* y *Sapindus densifolius*, formando un depósito cenagoso en el yacimiento de Plantas, donde las intercalaciones arenosas con *Lucina miocenica* y *Corbula nucleus* contenían también *Cinnamomum polymorphum* y *Cinnamomum scheuzeri*.

En 1899 hizo más precisiones sobre la flora y características del yacimiento, en el caserío de Masrampinyo, más allá de Montcada, cerca de la estación. En resumen, según las citas expresadas,

los afloramientos, bajo las gravas del Pontienne continental, y en arcillas salobres del Sarmatiense, forman un depósito completamente litoral de arcillas y capas arenosas fosilíferas; en la parte superior de los mismos las arcillas se hacen margosas y contienen conchas marinas y vegetales; la rica fauna malacológica indica facies estuárica, y la flora, según ALMERA, se puede encajar dentro de una flora tropical de borde de mar, pudiendo representar unos 18°-20° de temperatura media anual, semejante a la de Azores, Madeira, Indochina, Malasia, etc. Según SAPORTA, referido por ALMERA (1891), representaría un clima dulce y húmedo.

Los géneros de Masrampinyo, mencionados en la literatura antigua, son en total: *Myrica*, parecido al Mirto de Brabante; *Laurus*, Laurel; *Cinnamomum*, canelero y alcanforero; *Sapindus*, Sapina, Jaboncillo o Salicorn; *Cassia*, Sen de España; *Leguminosites*; *Colutea*, Espantalobos; algunos de ellos con varias especies y todos ellos más o menos semejantes a los vegetales actuales mencionados. (Se conservan, al hacer las referencias antiguas, los nombres tal como aparecen en las mismas). Se podría atribuir el conjunto a un ambiente de Pluvielva, de temperatura elevada, con escasas oscilaciones, aunque también podría haber sido un «Bosque de Laurel», más fresco que el anterior por estar cerca del mar; teniendo en cuenta la presencia de *Colutea*, se podría suponer un ambiente, en parte, de durilignosa. Como tantas veces, la aplicación del uniformitarismo deja varias soluciones como final, pero lo que sí permanece claro es la existencia de un ambiente en Masrampinyo más tropical que el de Can Llobateres, tal como la evolución general del clima hace suponer a lo largo del Mioceno.

La flora de Masrampinyo es bastante semejante a, pero menos rica que, la publicada por SOLÀ (1928) de los alrededores de Terrassa (Vallesense Superior), aunque ésta es de carácter menos húmedo y más fría. Hay que destacar que en las excavaciones reemprendidas hace dos años en la zona no aparecieron restos fósiles vegetales y sí abundan documentos de fauna, al contrario que en la época del autor citado. Ambos datos, florísticos y faunísticos, están en completo acuerdo biológico.

La flora egarensis, dada por SOLÀ, estaba constituida por: *Acer* (Arce), *Populus* (Alamo), *Platanus* (Plátano), *Alnus* (Aliso), *Larix* (Alerce), *Liqui-*

dambar (Liquidambar), *Carpinus* (Carpe, Haya blanca), *Laurus* (Laurel), *Cinnamomum* (Canelero), *Melia* (Melis), *Camphora* (Alcanforero) y Gramíneas. Estas plantas vivían en los bordes de las aguas cercanas a Can Perellada, Can Cot y Santa Margarida.

Anteriormente, PALET I BARBA (1895-96) había dado a conocer en los niveles de Terrassa, en general, el género *Thypha*, que aboga por parajes acuáticos en estos terrenos. ROYO Y GÓMEZ (1924) también había señalado en Can Sant Feliu, cerca del Torrente de Santa Teresa, en Terrassa, *Celtis hipariones*, *Euphorbia* cf. *peplus*, con algunos Moluscos y huevos de Quelonio, atribuidos más tarde a Moluscos.

Esta asociación podría representar Bosques de ribera dulceacuicola, en el sentido estricto (Castores, Mustélidos), de zonas templadas; Bosques caducifolios con árboles frondosos de clima templado, propio para ciertos animales encontrados (Ardillas, Jabalíes, Ciervos, Pliopitecos y otros), o Bosques mixtos de plantas resinosas y frondosas, que presentarían algunos endemismos, o formas residuales vindoboniense (*Laurus*, *Cinnamomum*, *Thypha*, *Pliopithecus*, *Micromeryx*), con clara diferenciación de épocas húmeda-seca, o con una humedad edáfica grande, proporcionada por corrientes de agua de aportes del interior, más continental y de tipo más o menos torrencial (diferencia con Can Llobateres), que permitían la existencia de zonas nemorosas poco densas y regiones poco boscosas más abiertas. Estos parajes, en conjunto, corresponderían a fondos de valles continentales con corrientes de agua más o menos tranquilas, ya que hay animales que las exigen (Castores, Mustélidos, Dorcaterios, Rinocerontes de agua) con montañas de poca altura, al menos en los parajes inmediatos, con bosques adecuados para los Pliopitecos, p.e., y áreas más abiertas para animales grandes como Proboscídeos, *Microstonyx*, Rinocerontes grandes, Hipariones, Macairodóntidos, Antilópodos (GOLPE, 1971, 1978, 1979a; GOLPE et SANT., 1978; GOLPE, SANT. et CASAN., 1978).

Otra flora complementaria sería la de Can Cabassa, en la ribera del Morral (Ullastrell-Viladecavalls) encontrada en una ligera formación lignitífera, por tanto boscosa y húmeda; ALMERA (1891) citó allí *Thypha latissima* y *Thypha* sp., junto a *Planorbis* y *Paludina*. Pocos datos se pueden obtener de ello; pero por haber lignitos se puede

suponer un ambiente más boscoso que para Terrassa, ya que debió de haber una sedimentación de madera continuada, en suelos enfangados, aunque la formación sea muy débil. Aún se podría citar como extremo final de la degradación climática las floras pliocenas del valle bajo del Llobregat, que se acercarían más a las de tipo más atlántico, parecido al de Canarias, en las que hay algunas formas persistentes desde el Vindoboniense, o al menos muy semejantes.

Con el análisis comparado de todas estas floras, teniendo en cuenta que la más próxima a Can Llobateres podría ser la de Terrassa, aplicando a los datos el uniformitarismo, o actualismo, y estableciendo las relaciones entre la flora deducida y los animales encontrados en la zona, se llega a establecer un paisaje formado por bosques propios de regiones húmedas de clima templado, o/y bosques en galería, frondosos por el calor y humedad, o/y bosques de monte bajo, o menos húmedos, según diversas parcelas de la zona, de tipo más sabanoide, más abierto, con temperaturas alrededor de los 17° de temperatura media anual.

Estas conclusiones no están en desacuerdo con los diversos estudios hechos en floras miocenas francesas y de otros países europeos y aún con las floras de Seu d'Urgell y Bellver en España; si bien, con respecto a éstas, hay que contemplar algunas variantes, quizá debidas a la latitud, más mediterránea o meridional de las floras del Vallès, o a ser más cálidas conservando formas antiguas.

Las plantas de esta cuenca, abundantes, como parece desprenderse de los restos, servirían en principio de comida para los animales herbívoros, tanto Artiodáctilos como Perisodáctilos; así como para los Proboscídeos, que las necesitan en cantidad, y que debieron ser numerosos a juzgar por los restos vindobonienses y del Vallesense Inferior y Medio; los Gasterópodos existentes, encontrados como fósiles, también aprovecharían esta biomasa vegetal, ya que exigen una vegetación frondosa, con corrientes fluviales o remansos palustres, o cuando menos abundante humedad edáfica. Los árboles de los bosques ofrecerían un hábitat adecuado para los Pliopitecos, Driopitécidos, Hirácidos, Ardillas terrestres y voladoras (planeadoras); los árboles de ribera servirían para dar cobijo a Castores y Mustélidos. Y todos los vegetales, plantas arbóreas o no,

«sostendrían» la supuesta existencia de Insectos, Aves y otros animales no bien representados en el registro fósil de la región.

Los bosques grandes y umbrosos estarían habitados también por Booideos y Ofisaurios y servirían para que los Lagomorfos pequeños (*Prolagus*) y grandes (*Titanomys*) pudieran hacer en ellos sus madrigueras. Por otra parte, en un ambiente húmedo como éste vivirían bien los Herbívoros, en general, Castores, Dorcaterios, Nutrias, Insectívoros malacófagos y, por tanto, los Moluscos, Suidos (excepto *Listriodon* y *Microstonyx* avanzado, que son de ambientes más abiertos), Anfibios, Serpientes de agua, Salamandras (específicamente de hábitats húmedos y emboscados), Cervatillos sin cuernos (*Micromeryx*), o con ellos, ya de tipo apéndices simples (*Dicrocerus*), ya de tipo estrellado (*Stephanocemas*) y Antilópodos sin apéndices (*Protragocerus*).

En remansos tranquilos, o con poca corriente, se acantonarían Castores y Nutrias, que abogan más por cursos fluviales que reductos lagunares, Moluscos y Ránidos (de ríos o lagos).

Un clima cálido sería propio para Proboscídeos, Tapires, Rinocerontes (aunque los haya habido del frío, al igual que Proboscídeos, en el Cuaternario Inferior), *Pliopithecus*, *Dryopithecus*, *Hispariones*, Paleotragos, Hirácidos, Coronélidos.

No hay, pues, contradicción aparente, al menos a grandes rasgos, al admitir en el Vallesense este paisaje boscoso profundo en manchas, alternando con otro más abierto, en la geografía o/y en el tiempo, caso de que todas las formas fueran sincrónicas o sucesivas. De momento, parece más factible una sucesión de hábitats en el tiempo para especies de régimen cálido y húmedo menos cálido y menos húmedo; y, dentro de ellos, una diferenciación topográfica para especies de hábitat más o menos boscoso, como parece lo natural, y como los estudios sedimentológicos lo dejan suponer para la desecación climática progresiva y la diferente distribución de facies en los terrenos.

Resumiendo algo más, el paisaje podría estar formado por colinas bajas, que no provocaran grandes desniveles, con sus valles poblados por vegetación más o menos fuerte (tipo Can Llobateres) y partes más bajas con menos vegetación arbórea y más pradería, por donde se extenderían también manchas de agua (tipo Terrassa).

RESTOS DE ANIMALES ENCONTRADOS

Una vez establecido el marco de vida del Vallesense de la región de Sabadell, a través de la flora y de la no incompatibilidad entre ella y la fauna, será necesario hacer unas consideraciones del detalle de los abundantes restos de la fauna de la región a fin de establecer las relaciones precisas entre las diversas comunidades que vivieron en ella y completar la visión general de la época, y ver si cada grupo cumpliría su papel cuando se consideran aspectos particulares ecológicos y tróficos.

En general, los restos fósiles de Invertebrados son pocos; la presencia de aquéllos que no tenían esqueleto se deduce de ciertas necesidades, que parecen imprescindibles para explicar los comportamientos combinados del conjunto, o de la misma existencia de algunos otros animales. En terrenos continentales los Invertebrados fósiles se utilizan como proporcionadores de datos ambientales, además de considerarlos como «reserva» alimenticia.

Aunque hay restos varios de Insectos, pocos y muy mal conservados, debieron de abundar en los bosques, que se supone que existieron, para servir de alimento a muchos Vertebrados, puesto que el número de insectívoros entre ellos es muy abundante, y, dentro de los Mamíferos, el orden Insectívoros está bien representado en los yacimientos (*Talpa*, *Galerix*, *Heterosorex*, *Sorex*, etc.).

El hecho de encontrar frutos de higuera con unas huellas, de tipo paso y salida en forma estrellada, hizo suponer a ALVAREZ RAMIS (1975) que habían sido hechas por larvas de Insectos que «parasitarían» los higos. Por otra parte, hoy se conocen orugas de Mariposas nocturnas, Fam. *Lymecodidae*, que van armadas con espinas ponzoñasas, que dejan marcas parecidas.

Hay Moluscos abundantes (TRUYOLS, 1950), que añaden datos ambientadores, de reserva y de condiciones de estructura de sedimentos: *Helix* sp. terrestre y *Planorbis* sp. de agua dulce, en Can Llobateres y otros afloramientos; serían comidos por Insectívoros malacófagos, Suidos, Carnívoros, Aves, pequeños Reptiles, etc. Se encontraron también restos de babosas.

Los restos de Vertebrados son más abundantes como fósiles, ya que cuentan como base con una materia «prima» mejor: huesos, dientes, pla-

cas dérmicas, escamas, etc. De todos modos, los documentos que informan de Aves del pasado son pocos en esos yacimientos de la región saba-dellense; sin embargo, son los suficientes para ambientar el bosque, así como para cumplir su papel de reserva alimenticia para otros Vertebrados y dejan deducir fenómenos de alcance más amplio, supuestos parasitismos en el sentido más lato como parece hacer resaltar su dependencia de otros datos. Son restos parciales de un medio, el aéreo, cuyos moradores son siempre difíciles de fosilizar, dada la fragilidad de sus huesos y su propio modo de vida; de ahí la necesidad de estudiar todos los documentos de su posible presencia, ya sea a partir de sus restos estrictos, como del reflejo de su existencia en el medio, a través de otros datos.

Hay restos de Gallináceas (*Miophasianus*), más grandes y menos esbeltos que los Faisanes actuales, y de Perdícidos (*Palaeortyx*) (VILL. et CRUS., 1950). Se dedujo la posible existencia de Oropéndolas, o Passeres, en general, por huellas en los frutos de *Ficus*.

No se conocen Pisciformes fósiles en estas localidades; pero, por comparación con otras de la misma época y ambientación podría haber algunos parecidos a los Lucios, Percas, Gobios y Ten-cas, vindobonienses, mezclados con otras formas tropicales. En este caso la deducción es completamente gratuita, ya que no hay ningún resto que lo haga pensar, sino simplemente una consecuencia lógica del equilibrio biótico.

No ocurre así con los Anfibios (CRUS. et VILL., 1952), de los que hay algunos restos diseminados, parciales y mal conservados; es posible hacer su determinación a categoría de grandes grupos. Como fósiles de Anuros se encontraron fragmentos esqueléticos de Ránidos en Sant Quirze y en Can Llobateres (los de este último yacimiento corresponden a una forma más grande que la del primero), que requieren remansos acuáticos. Pertenecientes a los Urodelos se señalaron Salamán-dridos en St. Quirze, indicadores de zonas húmedas y boscosas.

Los documentos de Reptiles (CRUS. et VILL., 1952) de algunos tipos miocenos son varios en la región. Los Quelonios, frecuentes y bien conservados, debido en gran parte a su caparazón, se distribuyen en varias especies. Las vértebras de Saurios y Ofidios son abundantes; lo que es

lógico debido al número de ellas que tienen y todas más o menos iguales. A veces, se encuentran escamas; también su frecuencia es normal por la cantidad de ellas que tiene cada individuo y por las mudas de las mismas que sufre cada ser. De todos modos, queda mal resuelto el problema de su difícil clasificación.

Saurios ápodos, como *Ophisaurus* (Anguido), se conocen de St. Quirze, Hostalets (Penedès), Viladecavalls, St. Miquel; de tamaño semejante al actual. En los yacimientos de Viladecavalls, también se encontraron Reptiles anfisbénidos, o las culebras ciegas de las faunas actuales. Si bien estas formas no fueron encontradas en los yacimientos de la región, excepto en el Vindobonense de St. Quirze, las dos familias podrían haber estado perfectamente adaptadas en el Vallesense sabadellense.

Los Ofidios se conocen a través de restos de Colúbridos, Vipéridos y Booideos que, como en el caso anterior, proceden de St. Quirze y de Hostalets, lo que indica ambiente más tropical en ambos casos o montañas y pedregales lejos de zonas húmedas (Colúbridos Coronélidos de Hostalets).

Las especies fósiles de Vertebrados más frecuentes y numerosas en ejemplares son las de los Mamíferos (GOLPE, 1971 y 1974), por tanto las mejor conocidas. De hecho, estos últimos proporcionan «mejores fósiles», porque el proceso de transformación de los constituyentes orgánicos en materias inorgánicas cuentan con condiciones propicias (huesos más robustos y más conexados) que aguantan mejor el ataque y dispersión del factor agua, sobre todo cuando son grandes, o que se presentan en acumulaciones arrosariadas, bolsadas en brechas, según los diversos tipos de asociación de muerte o de enterramiento. La común disposición de los Micromamíferos en brechas, o amontonamientos sedimentarios, más o menos *in situ*, compensa la fragilidad que podrían tener por ser pequeños. El resultado es que los Mamíferos son siempre más «conservables» con respecto a otros Vertebrados, del mismo tamaño.

Muchos de los Mamíferos encontrados en los yacimientos vallesenses de la zona de Sabadell están bastante relacionados con los actuales, aunque éstos no sean sus inmediatos descendientes; en denominación vulgar se pueden designar como

los actuales y añadir al nombre del animal actual «fósil» o «del pasado», o dar por sobreentendido el calificativo o determinativo. Otros son bastante parecidos a los que viven hoy, al menos a grandes rasgos, y uno se puede referir a ellos como «tipo de», «de aspecto de», o con la terminación «oide», y «forma de», acabados en «forme» o «morfo» (Ursoide, tipo Elefante, tipo Hirácido, Suiforme, Ceratomorfo, de aspecto de Hilobátido, aspecto de Póngido, son algunas de las denominaciones que se encuentran en este texto).

Algunos merecen capítulo aparte, son raros, sin parecido con los Mamíferos actuales; parecen como un «compuesto» de varios caracteres de otros animales, o como seres bien particulares. Cuando la castellanización del nombre es factible, se procura hacerla, pero si no es costumbre designarlos con su vocablo genérico en latín.

Los caracteres morfológicos no dados por los fósiles, los funcionalismos tróficos y etológicos, así como las asociaciones de estos animales extinguidos y sin parecido con los actuales, o de los que presentan pocas similitudes con los más próximos allegados vivientes, se deducen de manera más o menos ideal, depende de los datos reales mismos; se busca su significación en el conjunto de los más conocidos, desde el punto de vista de cumplimiento de un equilibrio biológico (ecológico, trófico, etológico, evolutivo, etc.), sin que la interpretación resultante distorsione el hábitat proporcionado por los otros fósiles vegetales y animales. A veces, estos estudios sobre los animales más especiales aportan posibilidades de explotación de los nichos ecológicos que los otros animales no hacían sospechar; por ejemplo, los Insectívoros malacófagos.

Entre los Mamíferos fósiles más destacados por sus caracteres especiales se pueden citar:

Proboscídeos: Dinoterios y Mastodontes

Los Dinoterios tenían los molares y premolares adaptados a la masticación de una comida dura; ambos, constituidos por colinas cortantes o superficies transversales, con láminas agudas; los dos incisivos inferiores estaban curvados hacia abajo, propios para excavar las raíces, que se supuso era su alimento; este tipo de incisivo, desconocido en otros animales, podría ser un elemento de defensa contra animales grandes, ya que él mismo, muy grande —algunos midieron

hasta cinco metros de altura en la cruz— no tendría otro modo de hacerlo a no ser que contara sólo con su volumen; estas armas, incluso, podrían servirle de defensa contra el otro grande de la época, el mastodonte, clavándose desde su altura con un golpe de cabeza; corporalmente, era de tipo-Elefante.

Los Mastodontes, de aspecto también elefantoideo, tenían los molares y premolares formados por conos dispuestos en colinas masticadoras, y no cortantes como el anterior; adaptados a un régimen herbívoro, pero también más omnívoro, ya que sus elementos masticatorios eran de tipo bunodonto dentro de su dentición típica; poseían dos incisivos superiores y dos inferiores, que les servirían como elementos defensivos. Llegaron a tener hasta tres metros de altura.

Dado que el régimen de comida de estos dos Proboscídeos era diferente, sus nichos y comportamientos también lo serían y, por tanto, no se excluirían como componentes de la asociación. Los Elefantes, sus más próximos «parientes», viven hoy en Africa y Asia.

Ungulados especiales: Chalicotéridos

Los Chalicotéridos son componentes de uno de los grupos de más difícil interpretación, porque presentan un mosaico de morfologías tan mezcladas que los hacen particularmente raros. Están incluidos en los Ungulados por poseer pezuñas de tipo excavador, hendidas, cuyo funcionalismo va ligado al de las otras falanges, creando en conjunto un instrumento extraordinariamente móvil que le permitía utilizar sus componentes tanto en sentido vertical como horizontal o lateral; unido todo ello a una disposición especial de las otras regiones óseas de las extremidades; las anteriores eran más altas que las posteriores. El animal las debió de utilizar para excavar un alimento duro en el suelo, o fuertemente enterrado, o según otros autores para poder asirse con fuerza al tronco de los árboles, de los que obtendrían sus alimentos; el hecho de que las extremidades anteriores fueran más grandes que las posteriores podría serle útil en estos menesteres.

La dentición de los Chalicotéridos tiene algo de parecido con la de los Rinocerontes y Tapires, indicando animales comedores de vegetales duros, dadas las crestas cortantes que presentan,

y que no tienen comparación con ningún animal actual; tampoco se encontraron en gran abundancia como fósiles, y algunos restos de los representantes del grupo fueron también exhumados en América del Norte. Se podría decir que es un animal «extinguido del todo», y por ser tan especial se puede pensar que no tendría competencia entre los otros Ungulados de la época.

Primates antropomorfos: Driopitecos y Pliopitecos

Los Driopitecos, parecidos a los Gorilas, Chimpancés u Orangutanes, vivientes hoy en Africa y Asia, tenían las extremidades anteriores y posteriores distintas de las de éstos, pero con adaptaciones parecidas, incluyendo una incipiente habilidad para saltar por los árboles de rama en rama, a pesar de que serían terrícolas fundamentalmente. La dentición era omnívora, tipo Primate superior típico.

Los Pliopitecos, más pequeños, eran parecidos por sus elementos dentarios y esqueléticos a los Gibones actuales de Asia, con los brazos más cortos, lo que supone menor adaptación al sistema braquiador de desplazamiento y, por tanto, no tan especializados; serían arborícolas-saltadores con dentición omnívora, alimentándose un poco de todo, quizá frugívoros.

Por su modo de vida y comida, estos Primates no se excluirían entre ellos dentro del conjunto; en España no se encontraron juntos sus restos en los mismos yacimientos, salvo en Castell de Barberá.

Hirácidos: Miohyrax

Parecido a los Damanes actuales de Africa tropical y Asia Menor, es muy escaso como fósil, excepto en Africa; En España se conoce sólo de Can Llobateres. Tienen los dos incisivos superiores tipo Roedor, de crecimiento continuo, con borde externo de esmalte y superficie oclusal en bisel; los cuatro incisivos inferiores son aplanados, trilobados, y los externos más grandes que los centrales.

Insectívoros: Plesiodímilo

Comedor de Moluscos pequeños, de aspecto de Ratón-Topo; sería un animal excavador en las riberas de pantanos o arenas de márgenes de

ríos. Su adaptación trófica lo hace distinto de los otros Insectívoros, por tanto, sin competencia en el suelo con ellos; se le puede incluir entre los «extinguidos del todo», por su falta de descendencia en el proceso evolutivo.

Perisodáctilos: Hiparión

Semejante a un caballo, pero tridáctilo y menos corredor que los Equidos actuales. Sin rivalidad entre los otros Perisodáctilos contemporáneos, ya que eran de vida muy distinta (Tapires y Rinocerótidos).

Artiodáctilos: Paleotrago, Dorcaterio, Listriodonte, Hioterio, Paracleuastoquero, Microstonyx, Barberahio

El Paleotrago fue un animal semejante a las Jirafas actuales africanas, y quizá más cerca del Okapi; llegó a España cuando empezó a desecarse el ambiente. No tenía competidores, ya que era el único representante del grupo.

Los Dorcaterios eran pequeños Tragúlidos, tipo Cervatillo acuático, parecido al Hiemosco actual de África, y del sudeste asiático, con los caninos superiores grandes, implantados verticalmente, y vivían en las riberas de las corrientes de agua, e incluso en las mismas aguas; parece que su defensa pudo haber sido, además de la carrera, la natación; no competiría con los Suidos, ni Pécaris, aunque también vivieran más o menos en el mismo nicho, porque son de régimen alimenticio diferente.

El Listriodonte fue un animal del tipo de los cerdos, pero bastante diferente de ellos, ya que, aparte de que era más grande, tenía los incisivos en pala, de tipo hozador especial, no conocido en ningún otro Suido, pero sí en algunos Proboscídeos extinguidos, los grandes caninos superiores curvados hacia arriba, defensivos; probablemente vivía separado de los Suidos más estrictos de la época, porque parece un animal más adaptado a regiones abiertas del bosque y, por tanto, sin problemas competitivos entre ellos. Aunque los incisivos y caninos eran distintos de los de los cerdos, las patas sí se parecían bastante, así como el resto del esqueleto; los molares, de tipo tapiroide, o salvando el tamaño, parecidos a los de los Dinoterios, responden a un modo de alimentación omnívoro-herbívoro.

Otro de los Suidos de la época fue el Hioterio, pero éste era de tipo más «normal»; de tamaño medio, omnívoro, incisivos y caninos hozadores, aunque por el tamaño de los últimos se puede pensar que los usaría también como armas defensivas; más o menos debía de llenar el nicho ecológico que ocupa hoy el Jabalí.

El otro Suido de la época, Paracleuastoquero (GOLPE, 1971), era pequeño, pero responde a una morfología «normal» y, por su tamaño, sin sería competencia con los otros; aunque, de todos modos, en el único yacimiento que se conoce hasta ahora, Can Llobateres, los otros Suidos, en general, son muy escasos, al contrario que él.

El Suido gigante del Vallesense Medio-final, *Microstonyx* (GOLPE, 1978), era diferente de los otros Suidos; en España sólo se conoce de esta región y de las cuencas pirenaicas, pero con diferencias entre ellos, debidas quizá al distinto ambiente en que vivieron, ya que el hábitat del Vallès era menos boscoso, el clima menos húmedo y más cálido que el de las Depresiones de Cerdanya, Seo d'Urgell y Bellver, aparte de que la edad de estos yacimientos sería algo más antigua, Vallesense Inferior-Medio.

Microstonyx fue de régimen alimenticio omnívoro, tenía caninos pequeños, quizá no defensivos sino sólo hozadores y posiblemente su defensa la tuviera en su tamaño; su nicho ecológico estaría alejado del de los otros Suidos, porque ocuparía los bordes de los bosques más abiertos, del mismo modo que *Listriodon*, aunque en épocas diferentes. Hoy los Cerdos grandes viven en África y Asia.

Otro Suiforme, Barberahio (GOLPE, 1975, 1977), fue parecido a los dos tipos de Pécaris que actualmente viven, ya sea en bosques, desde Méjico hasta Argentina, en manadas, adaptados a distintos ambientes de clima cálido (*Tayassu*, grande), ya sea desde las marismas tropicales más espesas a planicies áridas y malezas desérticas de las mismas regiones, en grupos (*Dicotyles*, pequeño). Su nicho ecológico en la región fue Castell de Barberà, donde son muy abundantes sus restos fósiles, y en algún que otro reducto cercano, muy aislado, a juzgar por la casi absoluta inexistencia de documentación fuera del rico yacimiento mencionado, perteneciente al Vindoboniense terminal o ya del límite basal del Vallesense.

Estos Suoideos con hábitats diferentes no se excluirían entre sí; no son todos ni de la misma época, ni biotopos iguales; a veces aparecen restos que permiten hablar de una imbricación de formas, lo que podría ser debido a que algunas siguieron viviendo como endemismos más o menos arraigados en la región (*Listridon* en Can Llobateres, *Barberahyus?* en algunos yacimientos vallesienses) o que la acumulación de restos de diversas procedencias pudiera hacerlo pensar así (Can Llobateres).

Carnívoros

Entre los Carnívoros fósiles más especiales se podrían señalar los *Indarctos*, Ursoide, sin competencia y completamente extinguidos; Macairodo, Félido grande, que llegó a tener semejantes muy especializados en Norteamérica bastante después; *Progenetta* e *Hyaenictis*, hienoideos peculiares.

RESUMEN

Con todo lo expuesto se pueden determinar las asociaciones por nichos ecológicos, o modo de vida general, por agrupaciones tróficas, o relación de comedor con alimento, y por distinciones de comportamiento, o circunstancias de convivencia y defensa.

Aunque estos compendios parecen, a primera vista, bastante imaginativos, su elaboración está basada en:

- 1.º Observaciones directas, objetivas, de los restos fósiles.
- 2.º Interpretaciones de los mismos en conjunto, de manera más o menos real, a través del actualismo.
- 3.º Deducciones no excluyentes entre morfologías fósiles y funcionalismos actuales.
- 4.º Establecimiento de ambientes posibles y probables.
- 5.º Incorporación de restos fósiles de plantas y animales, y de sus interpretaciones, no comparables con los actuales, que enriquecen el conocimiento de ambientes inéditos, los supuestos «ambientes fósiles».

6.º Comprobaciones, corroboraciones, refutaciones, exclusiones y abandono de ideas, según se van conociendo hábitats del pasado extendidos en el tiempo y en el espacio.

Con esta metodología se pudo llegar a componer un «ambiente fósil» para el Vallesense de la región de Sabadell y otros territorios cercanos, que se puede encuadrar en un dominio boscoso-sabanoso. Este paisaje de bosque no se deja limitar bien; pero se pudo establecer el abanico de posibilidades y probabilidades, según las manifestaciones actuales de vegetación en Indochina, Malasia, Extremo Oriente y África tropical: Bosque húmedo para St. Quirze y Castell de Barberà; bosque mixto sabanoide para Can Llobateres y, por tanto, para Sabadell; bosque abierto-sabana, con algunos reductos más cerrados, para Terrassa y alrededores; escalonados en esta gradación a través del tiempo, Vindoboniense Superior-Vallesense Superior.

Esta variabilidad de hábitats explicaría la presencia de animales con adaptaciones especiales para la locomoción o comida (*Barberahyus* de Castell de Barberà; *Plesiodymilus* de Can Llobateres; *Pliopithecus* y *Microstonyx* de Terrassa, entre otros muchos).

Cuanto más cerrado fuera el bosque habría animales más arborícolas, y como la abundancia de biomasa vegetal era grande, existirían muchos Vertebrados fitófagos que, en general, son raros, incluso entre los Ungulados, solamente algunos Cérvidos y Antilópidos; ¿sería fitófago el Hirácido de Can Llobateres, dependiente de los órganos verdes de *Ficus*? Por el contrario, como los frutos serían considerables abundarían los animales frugívoros; ¿entre ellos se podría incluir a *Pliopithecus*? Las semillas de gramíneas son raras en bosques, por esto habría pocas Aves con este régimen y los animales de pradera se extenderían más allá del bosque estricto.

Estarían bien representados, aunque no hay fósiles, los Insectos consumidores de Vegetales, como los arborícolas y xilófagos; Termes, fitófagos, por excelencia; Hormigas, que ellos mismos alimentarían a las Aves.

Moluscos, Gusanos, Arañas, Miriápodos, estarían presentes en el biotopo (tampoco hay documentos fósiles) y servirían de comida de otros animales, especialmente para Aves, Reptiles arbo-

ricolas, Antropomorfos, Ardillas, Quirópteros, que a su vez podrían ser comidos por las Aves rapaces, de estratos bióticos más altos.

Cuanto más abierto fuera el bosque, habría bosques en galería (¿serían así los de Can Llobateres y Sabadell?), o bosques llamados mixtos, o selvas pluviales, y el conjunto cambiaría poco a poco hacia sabanas abiertas, tipo clima Terrassa, en el que se iban cambiando los equilibrios bióticos, dejando ambientes fitófagos y frugívoros (¿micronicho de *Pliopithecus*?), dependientes de la humedad edáfica (hay Castores y Mustélidos) para pasar a ambientes de gramíneas y por tanto con abundantes animales comedores de semillas.

En Can Llobateres la rica fauna fósil encontrada, unas cien especies, responde a la complejidad del hábitat, aún pensando en su probable doble origen; en general, el tipo de bosque, como pudo haber sido el de este yacimiento, existe en la actualidad en territorios ubicados entre regiones de estribaciones montañosas interiores y vegetación litoral; la región de Sabadell estaría en unas circunstancias parecidas, con árboles de frutos comestibles, Higueras, Robles, Castaños, Palmeras, Tilos, Olmos, Laureles, matas y arbustos, lianas y otros Vegetales como Helechos y Musgos en orillas del agua.

En los árboles vivirían animales planeadores, Murciélagos, Ardillas, tanto voladoras o paracutistas como normales, así como sus predadores los Mustélidos; otros pobladores de estos bosques serían: Vivérridos, Tejones, Félidos, Primates, Rinocerontes, Ciervos, Tapires, Suidos y Ungulados, pero nunca en manadas.

El biotopo de sabana, de ambiente más abierto, de Terrassa, y quizá los bordes de los bosques de la época anterior, tendría un suelo más arenoso y empobrecido con hierbas altas, Acacias, Azufaiños o Aladernos, Higueras, Palmeras, etc., donde pacerían grandes Ungulados, protegiéndose de los grandes Félidos entre los árboles; esta región sería propicia para los Proboscídeos gigantes, *Microstonyx* grandes, Rinocerontes, Equidos y Artiodáctilos corredores. Dentro del bosque reducido, quizá bosque en galería, dados los Castóridos, habría nichos suficientes para ser ocupados por Colúbridos, Iguanas, Oropéndolas, Faisanes, Perdices, Ardillas, Lagomorfos e Hilobátidos; éstos de régimen variado, aunque algunos de los actuales prefieran frutos.

Al hablar de micronichos en los bosques se puede intentar hacer algunas precisiones también por estratos, según las similitudes y diferencias entre los fósiles encontrados, lo que obliga a hacer algunas repeticiones de conceptos, ya vertidos anteriormente, y que servirían con algunas modificaciones para todos los tipos de vida expresados.

En el borde del agua, junto a las Tifas, convivirían Tapíridos, Cerdos pequeños y medianos, Dorcaterios, Anfibios y todos los animales adaptados a regímenes de agua y árboles; en especial Mamíferos, que muchos de ellos son de vida anfibia; Castores grandes y pequeños, Lútridos aonicoideos, y Mustélidos, que habitan a lo largo de ríos plácidos; estos animales de ribera efectuarían migraciones regulares, pero no extensas, siguiendo las fluctuaciones de las aguas.

En el nicho subterráneo coexistirían Topos, excavadores en tierras blandas, tanto grandes (*Proscapanus*) como pequeños (*Talpa*); Dimílicos, buscadores de Moluscos gasterópodos, en lodos y arenas de las riberas en particular; larvas de Insectos y Anfisbénidos, excavadores también en fangos.

Sobre el suelo, una amplia gama de animales grandes y pequeños: Reptiles, Aves, Driopitecos, Hispanopitecos, Carnívoros selvícolas, Mártidos y algunos otros Mustélidos, Hamsters (*Cricetodon* y próximos) muy depredadores, Hienoides pequeños y grandes (*Progenetta certa* y *P. gaillardi*, *Progenetta montadai*) y Ungulados, en general. Los Vegetales estarían representados por plantas herbáceas, árboles pequeños y jóvenes arbustos, Helechos y manto de hojas muertas, que forma suelos espesos, ricos también en otros restos vegetales (semillas, vainas y frutos caídos) donde se alimentarían muchos animales de los citados anteriormente; Insectos, Gusanos, Moluscos, Aves poco voladoras, excavadoras tipo Faisán, Perdices, o Passeriformes varios, Aves arborícolas-terrestres y orugueras, pocas Rapaces, porque no cazarían bien entre los árboles bajos y sus ramas; en general, todos los animales terrícolas tendrían sus representantes en este estrato. Aún en medio de las Palmas, Acacias, *Platanus*, *Populus*, *Juglans*, *Juniperus*, matorrales y otros árboles podría haber Ardillas terrestres, grandes Suidos y Ciervos de varias clases.

En el medio arborícola se supone que los gran-

des Antropomorfos, *Dryopithecus*, *Hispanopithecus* y *Rahonapithecus*, podrían ser habitantes accidentales o esporádicos; sí, en cambio, los pequeños, *Pliopithecus*, serían moradores comunes en él; entre otros animales con el mismo régimen habitacional se encontrarían las Aves frugívoras, Hirácidos, Ardillas (*Sciurus*) y Ardillas voladoras (*Sciuropterus* y *Criopterus*), ligadas a Betuláceas y grandes Coníferas en la actualidad (en Can Llobateres se encontraron restos de estas últimas plantas). En los bosques, cuyos restos fueron exhumados, en forma de diversas especies, aún cabría separar un nivel terrícola-arborícola, intermedio, propio para animales y plantas de tierras bajas, escarpes y laderas de montañas, que presentan algunas diferencias; los restos fósiles de ciertos animales y plantas tienen algunas posibilidad de ser separados en un nicho de escarpe o monte bajo, de tipo pedregoso incluso, que podría ser ocupado por ellos; Hirácidos, Colúbridos, Coníferas, Encinas, Higueras, Alerces, Olmos.

Como colofón se establecerá una relación entre los distintos elementos componentes de la orictocenosis de Can Llobateres, que parece corresponder a las condiciones de vida, de lo que pudo haber sido la paleocenosis vallesiense: Los Herbívoros en general tendrían a su disposición los necesarios árboles, raíces, bulbos, hierbas, helechos, etc.; los Hirácidos podrían mantenerse de las hojas con látex de las higueras, que debieron de ser abundantes a juzgar por la cantidad de frutos aparecidos, únicos animales que las comen; los Gasterópodos comerían Musgos, Algas de agua dulce y Herbáceas, en general; las larvas de Insectos «parasitarían» algunos frutos, huellas en higos, y dependerían también de otras fuentes de alimentación que no les faltarían; los Pájaros se nutrirían de frutos con pulpa, proporcionados por diversos árboles; los Roedores, y quizá también los Hirácidos, podrían haber dejado las huellas de sus incisivos superiores en los higos, tantas veces citados.

Los animales carnívoros establecerían sus cadenas alimentarias del siguiente modo: Insectívoros, Suidos, algunos Carnívoros (Nutrias, Tejones, Comadreja), Faisanes, Quelonios, Lagartos, Anfibios (aunque estos últimos también sean omnívoros, como algunos de los otros mencionados) tendrían su dieta formada por Gasterópodos en gran parte; los Ofisaurios vivirían del alimento

proporcionado por Topos, Serpientes (principalmente venenosas), Boas y Babosas (*Testacella*); los Anfisbénidos podrían haber subsistido en gran manera gracias a Gusanos e Insectos y los Colúbridos dependerían de la abundancia de Lagartos y Lagartijas; los Vipéridos, de pequeños Roedores (Hamsters y Ardillas), Insectívoros y pequeños Reptiles; las Civetas tendrían una dieta variada entre Peces, Crustáceos, Insectos, Moluscos; los Carnívoros pequeños, tipo *Martes*, Comadreas, Glotón (*Laphictis*), se alimentarían de otros Mamíferos más pequeños (Roedores, Lagomorfos, Insectívoros); mientras que los Carnívoros grandes, los Félidos (*Albanosmilus*, *Machairodus*), atacarían a los Herbívoros grandes; así como los Mustélidos de gran tamaño también buscarían su alimento en los Herbívoros medianos; por último, aún se puede establecer otra relación entre Aves de mediano tamaño y Pisciformes, Ránidos, Insectos, Moluscos, e incluso pájaros pequeños.

Los animales de régimen omnívoro son numerosos y muchos de los citados más arriba alternarían sus dietas más o menos específicas con otros alimentos disponibles de toda clase, si se admite que en el pasado los animales, emparentados o parecidos a los actuales, tenían sus regímenes alimentarios y hábitos de comportamiento similares a los de los seres actuales que sirven de comparación.

BIBLIOGRAFIA

- ALMERA, J.: *Mapa topográfico y geológico de la provincia de Barcelona*. Hoja primera, de los contornos de la capital, escala 1:40.00, 1.ª ed., 1891; 2.ª ed., 1900. Diput. Prov. de Barcelona (1891 a y 1900).
- ALMERA, J.: *Descubrimiento de tres floras terciarias en nuestros alrededores*. Crónica Científica, t. XIV, número 339, pp. 13-15, Barcelona (1891 b).
- ALMERA, J.: *Explicación somera del Mapa geológico de los alrededores de Barcelona*. Diput. Prov. Barcelona (1892).
- ALMERA, J.: *Nota sobre la presencia de Hippopotamus mayor y de otros Mamíferos en Terrassa*. Bol. R. Acad. Cienc. y Art. Barcelona, 3.ª época, t. I, pp. 105-108, presentada 20-12-92 (1892) (1893-1900).
- ALMERA, J.: *Descripción de los terrenos pliocénicos de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona* (1.ª parte). Mapa geológico provincia Barcelona, pp. 5-116. Imprenta Henrich y Compañía (1894).

- ALMERA, J.: *Descripción de los depósitos pliocénicos de la cuenca del Bajo Llobregat y Llano de Barcelona*. Mem. R. Acad. Cienc. y Arte de Barcelona, 8.ª época, t. III, núm. 56, Barcelona (1894).
- ALMERA, J.: *Sobre la serie de Mamíferos fósiles descubiertos en Cataluña*. Mem. Real Acad. Cienc. y Artes de Barcelona, 3.ª época, t. II, pp. 251-257, presentada 30-4-96 (1896) (1892-1900).
- ALMERA, J.: *Énumération des Mammifères fossiles découverts en Catalogne*. C. R. IV Congr. Scient. Int. Catholiques (Fribourg), 1897, pp. 1-5 (1898).
- ALMERA, J.: *Sobre las especies de Acethotherium lemanense, Mastodon longirostris y un Elephas descubiertos en la provincia de Barcelona*. Bol. R. Acad. Cienc. y Art. Barcelona, 3.ª época, vol. I, pp. 1-3 (26-5-98) (1898) (1892-1900).
- ALMERA, J.: *Sobre el Mapa geológico de Terrassa por D. Domingo Palet i Barba y de la memoria que lo acompaña*. Bol. R. Acad. Cienc. y Art. Barcelona, tres pp. (vol. I) (1892-1900) (1899).
- ALMERA, J.: *Compte-rendu de l'excursion du samedi premier d'octobre à Moncada et à Sardagnole*. Soc. Géol. France, t. XXVI, pp. 732-741 (1899).
- ALMERA, J.: *Exc. Réun. Soc. Géol. France en Barcelona, Sept.-Oct., 1898, VI a Moncada y Sardañola*. Bol. Com. Mapa Geol. Esp., 2.ª serie, VII (27), pp. 156-166, Madrid 1900 (1903).
- ALMERA, J., y BOFILL, A.: *Descubrimiento de Grandes Mamíferos fósiles en Cataluña*. Crónica Científica, t. X, núm. 220, pp. 1-4 (1887).
- ALVAREZ-RAMIS, C.: *Consideraciones en torno a la presencia del género Ficus en el yacimiento vallesiano de Can Llobateres*. Bol. Inf. Inst. Prov. Sabadell, año VII, núm. 2, pp. 29-32, Sabadell (1975).
- BATALLER, J. R.: *Mamífers fòssils de Catalunya*. Treb. Inst. Cat. Hist. Nat., vol. IV, pp. 111-271, Barcelona (1918).
- BATALLER, J. R.: *Mamífers fòssils de Catalunya. Nota Paleontològica*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 2.ª sèrie, t. XXI, pp. 80-86, Palamós (1921).
- BATALLER, J. R.: *Mamífers fòssils trobats entre St. Cugat i St. Quirze de Terrasa*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 2.ª sèrie, vol. II, núm. 6, pp. 97, Barcelona (1922).
- BATALLER, J. R.: *Els Mamífers fòssils de St. Quirze de Terrassa (Prov. de Barcelona)*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 2.ª sèrie, vol. II, núm. 8, pp. 139, Barcelona (1922).
- BATALLER, J. R.: *Contribució al estudi de nous Mamífers fòssils de Catalunya*. Arxius de l'Inst. de Ciències, any XII, núm. I, pp. 1-53, Barcelona (1924).
- BATALLER, J. R.: *Sobre los pretendidos huevos fósiles de Quelonios de Terrassa*. Bol. R. Soc. Hist. Nat., t. 25, pp. 505-508, Madrid (1925).
- BATALLER, J. R.: *Estudios de restos fósiles de Tortuga recientemente encontrados en Cataluña*. Bol. Inst. Geol. España, 3.ª serie, t. VI (46), pp. 1-18, Madrid (1926).
- BATALLER, J. R.: *Los yacimientos de Vertebrados fósiles miocénicos de Cataluña*. C. R. Du XIV Congr. Géol. Int., fasc. III, pp. 1009-1015, Madrid (1928).
- BATALLER, J. R.: *El Sus major trobat a Caldes de Montbui*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 2.ª serie, vol. XII (32), núms. 4-5-6, pp. 53; Barcelona (1932).
- BATALLER, J. R.: *Els Rataadors fòssils de Catalunya*. Imprempta de la Casa d'Assistència President Macià. Barcelona, pp. 1-64 (1938).
- BATALLER, J. R.: *Los yacimientos paleontológicos de Piera (Barcelona)*. Bol. Soc. Geol. Portugal, vol. 1, fascículo 1, pp. 1-15, Porto (1941).
- BATALLER, J. R., y SOLÀ, P. J.: *El Dinotherium giganteum KAUP a Terrassa*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 2.ª serie, vol. VIII (28), núm. 5-6, pp. 108-109, Barcelona (1928).
- BERGOUNIOUX, F. M.: *Sur un Clemmys du Pontien catalan*. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t. 59, pp. 72, Toulouse (1931).
- BERGOUNIOUX, F. M.: *Les Reptiles fossiles du Tertiaire de Catalogne*. A. E. P. V., núm. 8-9, pp. 1-6, Sabadell (1957).
- BROWN, L.: *Los Continentes. Africa*. Ed. Seix y Barral, Sociedad Anónima, Barcelona (1967).
- CRUSAFONT-PAIRO, M.: *Un nou yaciment fossilífer a Can Llobateres*. La veu de Sabadell (1927).
- CRUSAFONT-PAIRO, M.: *El yaciment fossilífer de Can Llobateres*. Butll. Centre Excurs. «Sabadell», vol. II, número 13, Sabadell (1930).
- CRUSAFONT-PAIRO, M.: *Paléomammalogie du Néogène espagnol: Problèmes zoogéographiques*. XIII Congr. Intern. Zool., Paris, 1948, pp. 564-565, Paris (1949).
- CRUSAFONT-PAIRO, M.: *Análisis biostadístico de las faunas de Mamíferos fósiles del Vallès-Penedès. (Resumen)*. II Curs. Intern. Paleont. Sabadell, julio, 1954, Sabadell (1954).
- CRUSAFONT-PAIRO, M.: *La zona pirenaica como filtro-barrera paleobiológico*. Inst. Est. Pirenaicos, pp. 317-332, Zaragoza (1954).
- CRUSAFONT-PAIRO, M.: *Endemism and Paneuropeism in Spanish Fossil mammalian Faunas with special regard to the Miocene*. Comm. Biologicae, t. XVIII, I, pp. 3-30, Helsingfors (1958).
- CRUSAFONT-PAIRO, M.: *Perytethyan relationships in the Upper Tertiary Mammalian faunas. Homenaje al Profesor Wadia*. Mining and Metallurgical Inst. of India, pp. 301-302 (1965).
- CRUSAFONT-PAIRO, M.: *Les Ischyricis de la transition Vindobonien-Vallésien*. Palaeovertebrata, V, pp. 253-260, Montpellier (1972).

- CRUSAFONT-PAIRO, M.: *Los restos de Deinotherium encontrados en Santa Perpetua de Moguda*. Bol. Inf. Inst. Prov. Pal. Sabadell, año VIII, núm. 1, Sabadell (1976).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y GOLPE-POSSE, J. M.: *Dos nuevos yacimientos del Vindobonense terminal en el Vallès*. Acta Geol. Hispánica, t. VII, núm. 2, pp. 71-72, Barcelona (1972).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y GOLPE-POSSE, J. M.: *Algunos nuevos yacimientos de Vertebrados del Vallesiano inferior de los alrededores de Sabadell*. Acta Geol. Hispánica, t. VII, núm. 2, pp. 69-70, Barcelona (1972).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y GOLPE-POSSE, J. M.: *Los yacimientos de Mamíferos fósiles en el Vallès*. Bol. Inf. Inst. Prov. Sabadell, año IV, núm. 2-3, Sabadell (1974).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y GOLPE-POSSE, J. M.: *Nuevos yacimientos del terciario continental del NE. de España*. Acta Geol. Hispánica, t. IX, núm. 3, pp. 81-83, Barcelona (1974).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y GOLPE-POSSE, J. M.: *Biozonation des mammifères V Congrès du néogène méditerranéen* (Lyon, Sept. 1971). Mem. BRGM, núm. 78 TI, pp. 121-129, Paris (1974).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y TRUYOLS SANTONJA, J.: *Sobre el descubrimiento de un nuevo yacimiento del Meóico en el Vallès*. Bol. Inst. Geol. España, t. LX, pp. 1-7, Madrid (1947).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y TRUYOLS SANTONJA, J.: *Datos para la Biogeografía del Mioceno del Vallès-Penedès. I, Los Mamíferos terrestres. II, Los Moluscos continentales*. Arrahona, núm. I, pp. 3-14, Sabadell (1950).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y TRUYOLS SANTONJA, J.: *Hallazgo del Plesiodymilus chantrei GAILL. en el Meóico del Vallès*. Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España, núm. 22, pp. 3-30, Madrid (1951).
- CRUSAFONT-PAIRO, M. y VILLALTA, J. F. de: *El Mioceno continental del Vallès y sus yacimientos de Vertebrados*. Publ. Fund. Bosch y Cardellec, III, pp. 7-30, Sabadell (1948).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y VILLALTA, J. F. de: *Sobre los pequeños. Reptiles y Anfibios del Mioceno del Vallès-Penedès*. Estudios Geológicos, núm. 16, pp. 213-221, Madrid (1952).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y VILLALTA, J. F. de: *Características bióticas del Pontense español*. XIX Congr. Intern. Géol. Argel 1952, Sec. XIII, fasc. XIII, pp. 119-126, Argel (1954).
- DEPERET, Ch.: *Observations sur les terrains néogènes de la région de Barcelone*. Bull. Soc. Géol. France, 3.ª serie, t. 26, pp. 853-858, Paris (1898).
- DORST, J.: *La vida de las Aves*. Ediciones Destino, t. II, Barcelona (1976).
- FAURA I SANS, M.: *Mamífers fòssils descoberts a Catalunya*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., any V, 2.ª época, núm. 1, pp. 19-25, Barcelona (1908).
- GOLPE-POSSE, J. M.: *Suiiformes del Terciario español y sus yacimientos (Tesis doctoral)*, pp. i-558, meca., Barcelona (1971).
- GOLPE-POSSE, J. M.: *Faunas de Yacimientos con Suiiformes en el Terciario español*. Pal. y Evol. VIII (Publ. Inst. Prov. Sabadell), pp. i-87, Sabadell (1974).
- GOLPE-POSSE, J. M.: *Un nuevo Tayasuido en el Vindobonense terminal del Castell de Barberá (Cuenca del Vallès, España)*. Bol. Inf. (Publ. Inst. Prov. Paleont. Sabadell), año VII, núm. 2, pp. 39-43, Sabadell (1975).
- GOLPE-POSSE, J. M.: *Barberahyus castellensis, n. g. n. sp., Tayasuido del Vindobonense terminal de Castell de Barberá (Cuenca del Vallès, España)*. Pal. y Evol., t. XII, pp. 31-43, Sabadell (1977).
- GOLPE-POSSE, J. M.: *Generalidades de la Familia Tayasuidae*. Pal. y Evol., t. XII, pp. 45-56, Sabadell (1977).
- GOLPE-POSSE, J. M.: *Presencia del género Microstonyx PILGRIM, 1926, el Vallesiano superior de Terrassa (Barcelona, Cuenca del Vallès)*. Bol. Inf. Inst. Prov. Paleont. Sabadell, año X, núm. 1, pp. 28-33, Sabadell (1978).
- GOLPE-POSSE, J. M.: *Panoràmica vivent del Subsòl de Sabadell, deu milions d'anys enrera. Ponència legida a la «Fundació Bosch i Cardellach» de Sabadell (22/II/1979)*. In lit. 1979 a).
- GOLPE-POSSE, J. M. i SANTAFÉ LLOPIS, J. F.: *Fauna vallesana de fa dotze milions d'anys*. Junta municipal de Museus de Terrassa, abril-juny, 1978 (1978).
- GOLPE-POSSE, J. M.; SANTAFÉ-LLOPIS, J. V., y CASANOVAS-CLADELLAS, M. L.: *Datos sobre el Vallesiano medio-superior de los alrededores de Terrassa. Tomo homenaje doctor Solé (In lit.)*.
- HEIZMAN, E. P. J.: *Die paleontologische Erforschung des Steinheimer Beckens. in: Meteorkrater Steinheimer Becken. Ein Naturdenkmal aus tertiärer Zeit. Heimat- und Altertumsverein Heidenheim an der Brenz* (1976).
- KRASILOV, V. A.: *Palaeoecology of terrestrial Plants. Basic principles and techniques*. John Wiley and Sons, New York, Toronto (1975).
- MIR I RAFOLS, P.: *Nota sobre una troballa de Hipparion gracile KAUP a Catalunya*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., any IX, núm. 6, pp. 86-87, Barcelona (1912).
- PALET I BARBA, D.: *Estudio del terreno pliocénico de Terrassa y de sus relaciones con las formaciones contiguas*. Vol. VII, Imprenta Henrich y Compañía, Barcelona (1895-96).
- PFEFFER, P.: *Los Continentes. Asia*. Edic. Seix y Barral, Barcelona (1969).
- POMEROL, Ch.: *Stratigraphie et Paléogéographie. Ere Cénozoïque (Tertiaire et Quaternaire)*. Doin, Ed. Paris (1973).
- ROYO Y GÓMEZ, J.: *Nuevos fósiles del Vallès-Penedès (Barcelona)*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 24, pp. 28-33, Madrid (1924).

- SOLÁ, P. J.: *Hipparion gracile KAUP*. Butll. C. Exc. Terrassa, any II, núm. 6, p. 9, Terrassa (1922).
- SOLÁ, P. J.: *Trobada de restes de Hipparion*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 2.ª serie, vol. II, núm. 4-5, p. 91, Barcelona (1922).
- SOLÁ, P. J.: *El Dinotherium giganteum KAUP trobat a Terrassa*. Arxiu del C. Exc. Terrassa, any X, núm. 56, pp. 1-5, Terrassa (1928).
- SOLÉ SABARIS, LI.: *El mapa geològic de la província de Barcelona*. Dip. Prov. Barcelona Pub. Inst. Geol. Topogr. Barcelona (1929).
- SOLÉ SABARIS, LI.: *Presència del Dinotherium giganteum KAUP en Caldes de Montbui (Barcelona)*. Asoc. Est. Geol. Medit. occidental (1936).
- SOLÉ SABARIS, LI.: *Presència de Dinotherium giganteum KAUP a Caldes de Montbui*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., vol. 36, pp. 1-3, Barcelona (1936).
- SOLÉ SABARIS, LI.: *Geografia de Catalunya*, t. I, Barcelona. Ed. Aedos (1968).
- THENIUS, E.: *Niederösterreich im Wandel der Zeiten*. Wien (1955).
- THENIUS, E.: *Wirbeltierfaunen*, in: *Tertiär Zweiter teil*. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart (1959).
- THENIUS, E. und HOFER, H.: *Stammesgeschichte der Säugetiere*. Springer-Verlag. Berlin, Göttingen, Heidelberg (1960).
- TRUYOLS-SANTONJA, J.: *Nota previa sobre los Moluscos del Mioceno continental de la Depresión Prelitoral catalana*. Las Ciencias, año XV, núm. 1, Madrid, (1950).
- VEZIAN, A.: *Du terrain postpyrénéen des environs de Barcelone et de ses rapports avec les formations correspondants du bassin de la Méditerranée*. Thèse, Montpellier (1856).
- VILLALTA, J. F. de, y CRUSAFONT PAIRO, M.: *Tres nuevas localidades de mamíferos del Pontense del Vallès-Penedès (prov. de Barcelona)*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 41, pp. 215-222, Madrid (1943).
- VILLALTA, J. F. de, y CRUSAFONT PAIRO, M.: *Notas para la Estratigrafía de la Cuenca del Vallès-Penedès*. Las Ciencias, año IX, núm. 1, pp. 1-7, Madrid (1944).
- VILLALTA, J. F. de, y CRUSAFONT PAIRO, M.: *La Paleomastología española en los últimos años*. Arbor, núm. 8, t. III, pp. 322-335, Madrid (1945).
- VILLALTA, J. F. de, y CRUSAFONT PAIRO, M.: *Memoria de la Hoja núm. 392 «Sabadell»*. Mapa Geológico de España, 1:50.000, pp. 87-106, Madrid (1947).
- VILLALTA, J. F. de, y CRUSAFONT PAIRO, M.: *Sobre algunas Aves fósiles de Cataluña*. Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Esp., núm. 20, pp. 3-14, Madrid (1950).
- ZAPPE, H., et alli.: *Schätze in Boden. Bilder aus Österreichs geologischer Vergangenheit, II. Auflage, Verlag Naturhistorisches Museum Wien, Wien (1969)*.

Aspectos geológicos de la cuenca terciaria de Puentes de García Rodríguez (provincia de La Coruña)

Por A. MANERA BASSA, J. L. BARRERA MORATE (*),
J. M. CABAL GARCIA (**) y J. BACELAR (**)

ABSTRACT

Geologic features of the intrabasinal Tertiary and Quaternary rocks are studied. The external paleozoic rocks are also described.

The edge of the basin is composed of sixteen beds of detritic rocks, which metamorphised in low and very low grades have been transformed in quartzites, phillites and schists, all of them folded during Hercinic orogeny in three deformation phases, that placed the beds in vertical position and striking 30°.

The whole area of the Tertiary basin is composed of alternating beds of clays and lignites that have suffered faulting and folding during post-Miocene times.

RESUMEN

Se estudia las características geológicas tanto de los materiales terciarios y cuaternarios internos de la cuenca, como de los paleozoicos externos que la delimitan.

Petrologicamente, el borde de la cuenca lo forman dieciséis tramos de rocas detríticas principalmente, afectados por un metamorfismo de bajo grado y muy bajo grado, que producen cuarcitas, filitas y algunos esquistos. Han sido plegados en la orogenia hercínica por tres fases de deformación, que sitúan a los tramos en posición vertical con direcciones N-30°.

La parte interna de la cubeta terciaria está compuesta por capas alternantes de arcillas y lignitos que han sufrido fracturación y plegamiento en edad postmiocena.

1. INTRODUCCION

El área de estudio se encuentra situada en los alrededores de Puentes de García Rodríguez, provincia de La Coruña. El trabajo se ha centrado en las relaciones espacio temporales entre la deformación y sedimentación de los materiales terciarios del yacimiento de lignitos existentes en este sector, así como en las características petrológicas y estructurales de los materiales del contorno. Desde el punto de vista regional nos encontramos en la zona axial de la cadena hercínica de la Península Ibérica. En el croquis de la figura 1 se indica la situación del área.

Según el modelo tectónico establecido por MATTE (1968) en Galicia, las rocas paleozoico-precám-

bricas han sufrido cuatro fases de deformación. La primera fase dio lugar a una esquistosidad (S₁) y a un sistema de pliegues tumbados y mantos; la segunda dio lugar a una esquistosidad (S₂), en general, por crenulación de la (S₁), y por último la tercera y cuarta fase de deformación, a escala regional, suelen tener un carácter secundario y se manifiestan en forma de pliegues de tipo kink-band y fallas; sin embargo, a escala más local llegan a tener una gran trascendencia. En la figura 2 se presenta un plano geológico de la cuenca de lignitos terciarios y de los materiales que la bordean. En este plano quedan reflejadas las directrices estructurales de la segunda y de una posible fase postmiocena de deformación.

Durante los movimientos alpinos son removilizadas las fallas de dirección Este-Oeste, posiblemente por procesos distensivos, dando lugar a

(*) Departamento Petrología. Facultad de Geología. Universidad Complutense de Madrid.

(**) ENDESA.

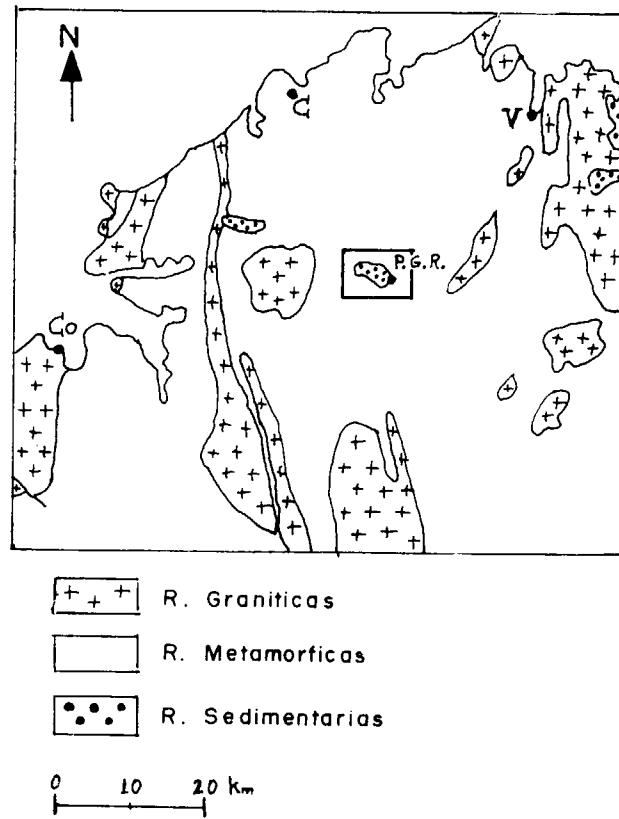


Figura 1.—Mapa de situación general. C) Cedeira. Co) Coaña. V) Vivero. P. G. R.) Puentes de García Rodríguez.

la formación de la cuenca tectónica-terciaria que fue rellenándose con materiales detríticos y lignitos de edad miocena.

2. MATERIALES

El conjunto de materiales que integran la zona estudiada los hemos dividido en dos grandes grupos. Por un lado, las formaciones paleozoicas y precámbricas, con sus características propias, en parte, bastante diferentes a los materiales posteriores. Por otro, los lignitos y arcillas de edad terciaria, que se depositaron en la cuenca de hundimiento.

En la figura 3 se ha construido una columna litológica de todos estos materiales, con las correspondencias de los tramos entre el borde norte y sur de la cuenca.

2.1. Formaciones paleozoicas y «Ollo de Sapo»

Desde un punto de vista estratigráfico, estas formaciones las podemos dividir en dos grandes grupos. Por un lado, la formación «Ollo de Sapo», compuesta por esquistos porfiroides de grano medio y cuya edad se estima como precámbrica. Por otro lado, está la formación paleozoica integrada por materiales detríticos de grano fino-medio, principalmente filitas-cuarzitas de edad Ordovícica.

Entre los dos no hay una discordancia que los separa, aunque sí una discontinuidad estratigráfica, pues falta completamente el Cámbrico. Unos y otros presentan características petrológicas y estructurales diferentes, aunque como factores comunes tienen la de presentarse en el contorno del yacimiento en forma de franjas definidas por un solo tipo litológico o por varios, bien como alternancia o bien como intercalaciones dentro de la litología dominante, y la de estar afectados por un metamorfismo y deformación regional sincrónica, de edad hercínica.

La formación «Ollo de Sapo»

Aflora en la zona oriental del yacimiento, tanto en el borde norte como en el sur, y pertenece únicamente a la facies de grano medio de los tres que se han distinguido regionalmente en esta formación (Hoja núm. 22, Puente deume, y Hoja número 23, Puentes de García Rodríguez). Petrográficamente, estos esquistos porfiroides tienen como minerales principales: cuarzo, plagioclasa, biotita y moscovita. La plagioclasa está maclada polisintéticamente y su composición es ácida. El cuarzo tiene siempre una extinción ondulante marcada. Los minerales accesorios son: circón, apatito y opacos. La textura es porfidoblástica con fenocristales de cuarzo y plagioclasa (entre 3 y 6 mm de tamaño) precinemáticos respecto a la esquistosidad principal (S₂) que los envuelve (fig. 4). La mesostasis es de grano fino esquistoso con cuarzo, plagioclasa, biotita y apatito. Esto habla de una roca original con abundante cuarzo, plagioclasa y probablemente biotita, cuyo significado metamórfico discutiremos en el apartado del metamorfismo.

La formación paleozoica

Dentro de esta formación la serie Ordovícica se ha dividido en quince tramos, ocho de los cuales

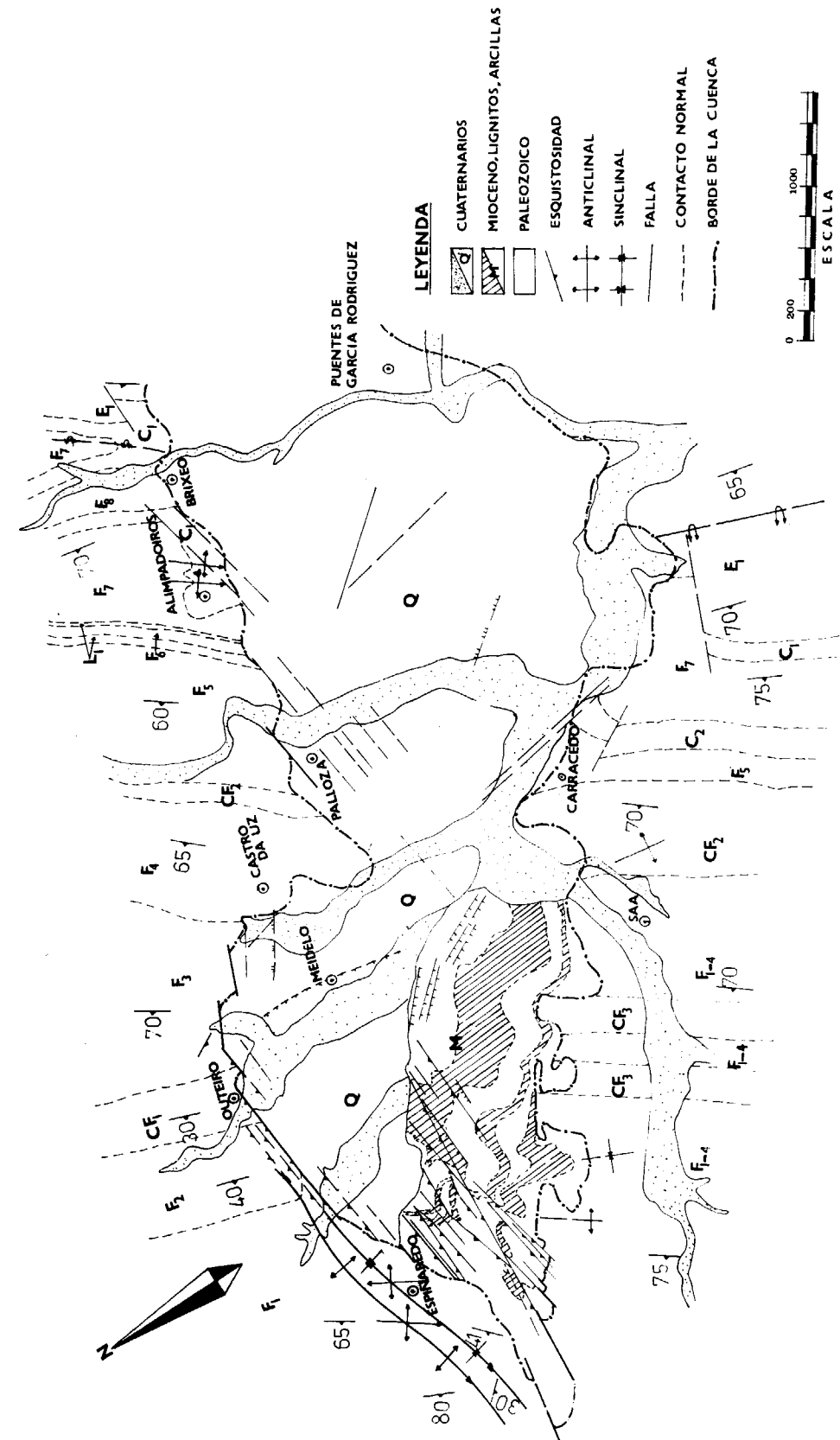


Figura 2.—Plano geológico de la cuenca terciaria de Puentes de García Rodríguez.

		NORTE	SUR	
CUATERNARIO		Q	Q	
MIOCENO SUPERIOR		M	M	
ORDOVICICO	MEDIO - SUPERIOR	F ₁	F ₁₋₄	
		F ₂ (CF-C)	? CF ₃	
		CF ₁	F ₁₋₄	
		F ₃	? CF ₃	
		F ₄	F ₁₋₄	
	INFERIOR	ARENIG	CF ₂	CF ₂
			F ₅	F ₅
			L ₁	?
			F ₆	? C ₂
			L ₁	?
			F ₇	F ₇
			C ₁	C ₁
			F ₈	?
			PRECAMBRICO	E ₁

Figura 3.—Columna litológica de los materiales paleozoicos, precámbricos y terciarios: F) Filitas; CF) Cuarzofilitas; C) Cuarcitas; L) Liditas; E) Esquistos; M) Lignitos, Arcillas; Q) Gravas y Arcillas.

pertenecen al Ordovícico Inferior y los otros siete al Superior.

La edad de los materiales va aumentando de Este a Oeste, desde el Ordovícico Inferior (muro de la serie paleozoica que apoya sobre el «Ollo de Sapo») hasta el Ordovícico Superior, que flanquea por el Oeste la cuenca terciaria. Todos ellos están intensamente inyectados por venulaciones de cuarzo concordantes y discordantes con la esquistosidad principal. Estas inyecciones son producto de los líquidos residuales graníticos que se asocian con este tipo de intrusiones en las áreas colindantes. El carácter variable de su concordancia con las esquistosidades visibles, nos habla de diversas etapas para la inyección de ellas, y que se ponen de manifiesto en el posterior estudio de las deformaciones. En cuanto a su distribución espacial (fig. 2), en la parte este y desde el contacto con la facies «Ollo de Sapo» hasta el estrechamiento central de la cuenca, aflora el Ordovícico Inferior. A partir del estrechamiento, y en todo el área Oeste, la serie pasa al Ordovícico Superior.

El contacto entre los tramos, y en general su dirección, se ha establecido respecto a la esquistosidad principal.

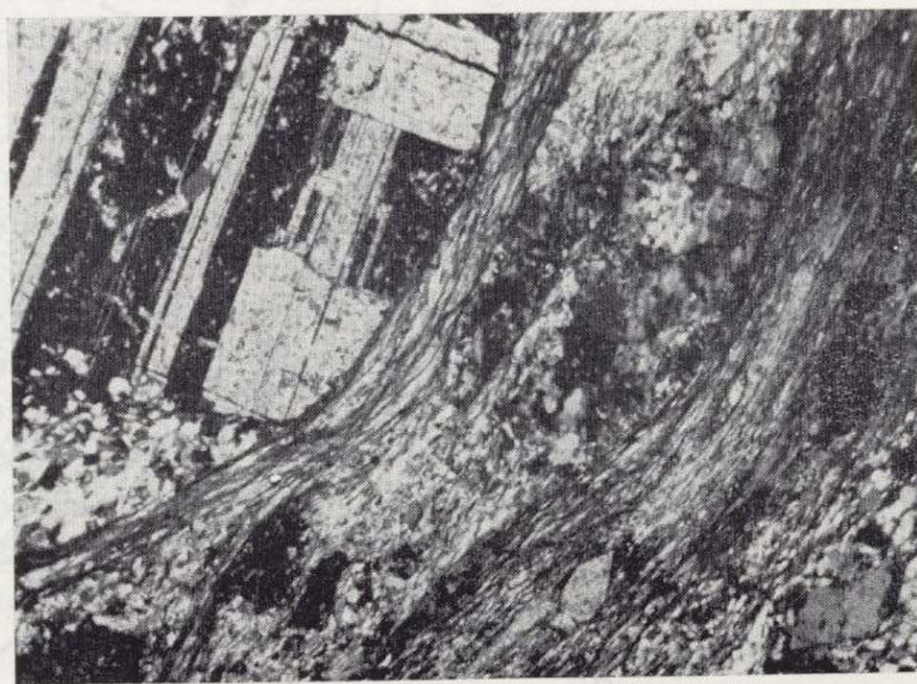


Figura 4.—Esquisto porfiroide. Fenoblasto de plagioclasa precinemático a la esquistosidad principal biotítica. NX × 125.

tosidad principal (S_2) que, según se ha observado en los afloramientos donde existe intercalación de cuarcita, coinciden sensiblemente con la orientación de los estratos.

Toda la serie en conjunto varía en su composición desde cuarcitas más o menos puras hasta filitas, distinguiéndose tres tipos litológicos característicos: cuarcitas, cuarzófilitas y filitas. Un cuarto tipo peor definido podría constituirlo unos tramos silíceos oscuros (con abundante materia carbonosa) de posible naturaleza lidítica.

De estos cuatro tipos litológicos, tanto en número como en extensión, predominan, con mucho, los tramos filíticos, seguidos por los cuarzófilíticos, cuarcíticos y, muy minoritariamente, lidíticos. Algunos de estos tramos, con idéntica litología y características similares, ha sido necesario diferenciarlos entre sí en la cartografía por no ser de la misma edad y estar intercalados entre otros de litología diferente. Los límites de los tramos, especialmente entre las filitas y cuarzófilitas, no deben entenderse de forma rigurosa pues, en general, no existen contactos netos sino una transición gradual de unos a otros que dificulta su separación y, a escala de detalle, la hace un tanto arbitraria.

Las filitas están constituidas aproximadamente por un 70 por 100 de minerales arcillosos y el resto por pequeños cristales de cuarzo y materia carbonosa fundamentalmente. Casi exclusivamente los minerales principales son micáceos, predo-

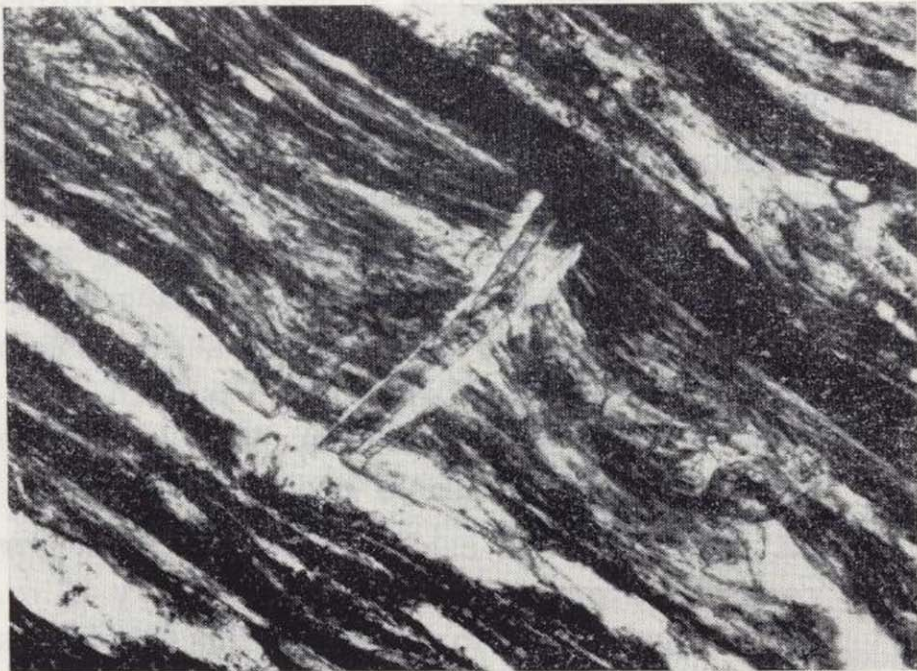


Figura 5.—Filita. Cristal de cloritoide cruzado a la esquistosidad S_2 . N// $\times 312$.

minando la moscovita-sericita y algunos pequeños y pocos cristales de clorita oxidada. Los tramos, con un contenido en materia carbonosa entre poco y medio, llevan cloritoide (fig. 5), que casi siempre es precinemático a F_2 , aunque también puede incluir a S_1 y estar ligeramente rotado. Como minerales accesorios están: opacos y ocasionalmente circón. Las texturas son lepidoblásticas con una crenulación superpuesta, a veces de tipo kink-band.

Las cuarzófilitas son rocas intermedias entre las cuarcitas y las filitas. Están constituidas por un 30 a 50 por 100 de cuarzo detrítico de grano medio, y el resto por minerales micáceos principalmente moscovita-sericita y pocos cristales de clorita oxidada. Como minerales accesorios lleva circón, turmalina, opacos y, en menor proporción, materia carbonosa. La textura es generalmente lepidoblástica con fenómenos de aplastamiento («aboudinamiento») de los cristales y áreas cuarzosas ovoidales mono y policristalinas.

Las cuarcitas están compuestas por más del 90 por 100 de cuarzo, con moscovita intersticial y, de forma más esporádica, cantidades pequeñas de Fto. También con carácter accesorio hay turmalina y circón detríticos, opacos y materia carbonosa. Las texturas son granoblásticas con elongación marcada de los granos de cuarzo.

Las liditas son muy poco abundantes y sólo afloran en dos paquetes de unos 20 y 60 m de espesor, situados en el borde norte del área Este. Su composición tiene exclusivamente cuarzo, materia carbonosa y pequeñas cantidades de moscovita.

La correlación estratigráfica de los distintos tramos en los lados norte y sur del yacimiento presenta dificultades, no sólo por razones geológicas (repeticiones en las series por plegamiento, fallas, etc.), sino también por la escasez de afloramientos, sobre todo en el borde sur.

En cuanto a la variación de potencia que presentan algunos tramos en ambos lados de la cuenca, se puede explicar por la existencia de pliegues muy cerrados que provocan repeticiones en la serie.

Metamorfismo

Durante las dos primeras fases de deformación (F_1 y F_2) se desarrolló el metamorfismo regional

presente en la zona, con lo que estamos ante un metamorfismo de tipo polifásico.

En los esquistos porfiróides la paragénesis metamórfica es de cuarzo + plagioclasa (ácida) + + biotita + moscovita, lo que constituye un metamorfismo regional de bajo grado con temperaturas aproximadas de 400°-500°C.

La formación paleozoica presenta una paragénesis de cuarzo + moscovita (sericita) ± clorita rica en Fe ± cloritoide, que definen un metamorfismo de muy bajo grado, en contraste con el de bajo grado del «Ollo de Sapo».

La entrada de biotita en los esquistos precámbricos no se produce de forma gradual a partir de las series ordovícicas inferiores, sino bruscamente, y su isograda la marca espacialmente el contacto litológico entre ellos y los esquistos porfiróides. Según este hecho hay que suponer que la biotita (toda o en parte) sea heredada y no producto del metamorfismo regional, única y exclusivamente.

2.2. Materiales del Terciario y Cuaternario

En discordancia erosiva sobre el paleozoico aparece una capa de arcillas plásticas con abundantes cantos de cuarzo heterométricos y angulosos, y algún canto de pizarra. Su color varía de gris a blanco y su espesor es muy variable de 0 a 20 m. Proviene de la intensa meteorización que sufrieron las pizarras al originarse la cuenca y no se observan indicios de que hayan sufrido transporte, aunque deben estar ligeramente removilizados. Sobre esta capa, en discordancia angular, tenemos la serie alternante de lignito y detríticos finos, con un espesor máximo de 400 m en la mitad este y 375 m en la oeste, en las proximidades de Brixeo y Meidelo, respectivamente.

En realidad, entre el lignito y la arcilla existe toda una gama de materiales con proporciones variables de carbón y arcilla. Esto mismo sucede entre las arcillas y las arenas, en función del porcentaje de materiales detríticos. Los paquetes de lignito y arcilla carbonosa suelen mantener un espesor bastante uniforme, aunque con variaciones locales, especialmente en los bordes de la cuenca. Generalmente, los planos de estratificación sólo se hacen patentes en los cambios de litología, y no dentro de un mismo tipo litológico. De muro a techo encontramos:

1. Tramo de margas y arcillas verdes y verde azuladas con algunas intercalaciones de lignito, menores de 0,50 m. Espesor máximo, 40 m. Aquí aparece la fauna fósil de toda la serie terciaria, compuesta por gasterópodos y lamelibranquios dulceacuícolas (Hidrobía, Planorbis, Sphaerium, etc.).
2. Tramo inferior de lignitos y arcillas alternantes, cuyos paquetes de carbón se han designado con letras latinas desde la M (muro) a la A (techo). Espesor máximo 175 m, que oscila parcialmente de 1 a 24 m. Las capas de carbón oscilan normalmente entre 2 y 5 m, aunque excepcionalmente pueden llegar a 15 m. Están formadas por lignito común de nada a poco arcilloso, piropisita y algunos niveles de lignito xiloide. Las capas de arcilla son de espesor muy variable, entre 0,1 y 10 m; excepcionalmente alcanzan los 20 m.

La parte inferior, por debajo de H, está formada por arcillas verdes con niveles margosos y alguna arcilla carbonosa, siendo frecuente la aparición de lentejones de sílex negro de 0,50 m de espesor máximo. La parte superior del tramo, por encima de H, la constituyen arcillas carbonosas y arcillas de colores marrón y gris.

3. Tramo detrítico. Normalmente oscila entre 10 y 30 m, alcanzando en la parte norte de la mitad oeste los 60 m. Formado en su parte inferior por arcillas carbonosas y arcillas marrones, y en la parte superior por arcillas y limos grises y verdes, con numerosos lentejones de arenas y algunos de gravas.
4. Tramo superior de lignitos y arcillas alternantes, cuyos paquetes de carbón se han designado con letras griegas, desde α a φ . Espesor máximo 100 m, que oscila generalmente de 1,5 a 28 m. Las capas de carbón son muy variables, desde 0,15 a 3 m y están formadas por lignito arcilloso y lignito xiloide. Es muy rara la piropisita.

La parte detrítica está formada también por capas de espesor variable, entre 0,10 y 10 m. En su parte inferior, son arcillas marrones y arcillas carbonosas y en la superior arcillas y limos marrones y grises con niveles de arenas.

5. Cuaternario. Sobre la serie alternante, en discordancia erosiva, se asientan los materiales cuaternarios de origen fluvial, de canal y llanura de inundación, con un espesor medio de 2 a 3 m. Los cantos son de cuarzo y cuarcita en su mayor parte y en menor cantidad de pizarras y gneis, siendo la parte fina de arcilla y arena.

En la esquina noroeste de la cuenca, la erosión y posterior sedimentación fluvial durante el cuaternario fue mucho más intensa que en el resto, alcanzando estos sedimentos espesores de hasta 150 m.

Sobre estos materiales, en pequeñas zonas dispersas, localizados en los bordes de cuenca, aparecen lentejones de turba de hasta 2 m de espesor.

La edad de la serie con lignitos no está claramente determinada, sobre todo su límite inferior, debido a la casi total ausencia de fauna fósil representativa y a que los estudios de la flora sólo se han realizado en los tramos 4, 3 y techo del 2.

En MEDUS, J. (1965), aparece una referencia a LARRAZET (1894) en la que definen los gasterópodos y lamelibranquios del muro de la serie como pertenecientes al Aquitanense por «analogía con los sedimentos de la cuenca castellana». Los estudios palinológicos realizados por NONN, H., y MEDUS, J. (1963), MEDUS, J. (1965) y MENÉNDEZ AMOR, J. (1975), en la parte superior de la serie, concuerdan en asignar una edad Mioceno Superior-Plioceno-tránsito al Cuaternario (Pleistoceno).

Características del lignito

Además del lignito pardo común aparecen dos variedades: lignito xiloide, de aspecto leñoso y color marrón-rojizo, en el que se puede observar perfectamente la estructura de los vegetales; piropisita, lignito de textura amorfa, más ligero que el común, de color marrón amarillento, procedente de la carbonización de resinas. En muy raras ocasiones se ha encontrado azabache.

Características de las arcillas

La fracción detrítica está constituida esencialmente por cuarzo, excepto en algunas capas, en

las que el contenido en carbonatos puede ser igual o mayor al del cuarzo. Aparecen como «trazas»: estauroлита, rutilo, piritita y goetita.

La fracción arcillosa está constituida fundamentalmente por cuarzo, caolinita e illita; aparecen también contenidos bajos en montmorillonita. En el tramo 1 hay carbonatos de Ca y Mg, al muro del tramo 3 aumentan los contenidos en hierro. El contenido en cuarzo es inversamente proporcional al del conjunto de minerales arcillosos. La illita predomina sobre la caolinita en la mitad occidental y al contrario en la oriental.

3. DEFORMACIONES

3.1. Formaciones hercínicas

Pliegues

En el contorno de la cuenca, el plegamiento se puede resumir en un anticlinorio de dirección NNE-SSO y vergencia hacia el Este, con el flanco oriental invertido y sobre cuyo flanco Oeste descansa la serie isoclinal incompleta del Ordovícico, constituida por materiales detríticos de muy bajo grado de metamorfismo con abundantes pliegues de la misma dirección y vergencia. En el núcleo del anticlinorio se encuentran los esquistos de la facies «Ollo de Sapo». A escala métrica y kilométrica, además de los pliegues paralelos a la dirección del anticlinario, existen otras de dirección aproximada Este-Oeste.

Unos primeros estudios sobre la esquistosidad de los materiales paleozoicos, en el borde norte de la cuenca, fueron realizados por CABAL (1972).

La primera de estas dos direcciones principales de plegamiento (NNE-SSO) coincide con la dirección regional de la estructura; los pliegues se originaron durante la segunda fase de deformación, que dio lugar a la esquistosidad (S_2) de plano axial. A escala kilométrica esta dirección se encuentra representada por el anticlinorio de la facies «Ollo de Sapo» y por los anticlinales y sinclinales de la zona de Brixeo. A escala decamétrica y hectométrica se han observado indistintamente en el borde norte y sur de la cuenca.

Este plegamiento es de tipo anisópaco, con frecuentes «aboudinamientos» en las capas como corresponde a un nivel estructural inferior. Los

pliegues suelen presentar el plano axial vertical o con vergencia hacia el Este; el buzamiento de los flancos es superior, en general, a unos 35° excepto en las inmediaciones del pueblo de Alimpadoiros, donde el buzamiento es del orden de 10° a 20°. En los diagramas estructurales de la figura 6 se han representado las charnelas de estos pliegues, que llegan a tener una inmersión de hasta 30° hacia el NNE o el SSO.

La segunda dirección de plegamiento, aproximadamente Este-Oeste, la forman pliegues a escala kilométrica que sólo se manifiestan en el borde norte del área oeste. En el resto del borde norte estos pliegues son menos frecuentes y, en general, de escala métrica o hectométrica. A medida que nos alejamos del borde de la cuenca, los pliegues desaparecen de forma progresiva y pasan a dominar los de segunda fase. En el borde sur de la cuenca no se han observado pliegues con esta dirección. Hay dudas para saber qué fase de deformación ha sido la productora de ellos. Sí se supone que ha sido la cuarta fase de deformación hercínica, citada por otros autores (IGME, Hoja 22, 1973), la que los ha producido, hay dudas en definirla a partir de los pliegues de dirección Este-Oeste, ya que en otras áreas gallegas, donde ha sido citada esta fase, las direcciones dominantes son las Noroeste-Sureste y no las señaladas aquí por nosotros. A la vista de este hecho, pensamos que estos pliegues de dirección Este-Oeste pueden no corresponder a una cuarta fase hercínica sino a movimientos postmiocenos de la orogenia alpina. Un dato a favor de esta hipótesis sería la coincidencia de encontrarse localizados estos pliegues en el mismo sitio que otras estructuras tectónicas producidas en esta edad (fallas inversas en el paleozoico y mioceno, fuerte plegamiento en los materiales miocenos).

En los diagramas estructurales de los tramos F₁ y F₂ de la figura 3 se observa cómo los pliegues a escala kilométrica son de tipo cónico, con inmersiones variables entre 30° y 80° hacia el Oeste; estos pliegues mayores se encuentran acompañados por otros de menor escala, métricas y decamétricas, de la misma dirección pero con inmersiones de 5° a 30° hacia el Este o el Oeste.

Fallas

En los materiales paleozoicos se han diferen-

ciado tres direcciones principales de fallamiento: Este-Oeste, que define las directrices estructurales de la cuenca, Norte 115° y Norte 170°.

La primera dirección constituye los límites oeste y norte del área occidental de la cuenca entre Espiñaredo y Outeiro, y el límite norte del área oriental entre las localidades de Palloza y Brixeo. El buzamiento de las fallas suele ser hacia el norte con valores comprendidos entre 30° y 80°.

En la zona Espiñaredo-Outeiro y, con mayor intensidad, en Palloza-Alimpadoiros estas fallas inversas de direcciones Este-Oeste afectan tanto a los materiales miocenos como paleozoicos. Los saltos son del orden de 20 hasta 250 m, si se consideran aisladamente. Pero como sus movimientos van asociados en desplazamientos en escalera, el salto total es de 350 m para el área de Espiñaredo, y de 400 m para el Palloza.

En el borde norte del área occidental las fallas de esta familia van asociadas a pliegues de su misma dirección. En esta misma zona, en el Meidelo, aparecen las fallas de dirección Norte 115°, entre los pueblos de Espiñadero y Castro da Uz. Pueden ser tanto normales como inversas.

Por último, las fallas de dirección Norte 170° afectan al lado sur de la cuenca, en las cercanías del pueblo de Carracedo.

Estos tres sistemas, que rejugaron durante el terciario en la formación de la cubeta, no suelen presentarse aislados, sino en conjuntos de fallas paralelas y relativamente próximas que dieron lugar a franjas de hasta varios centenares de metros de espesor, donde la roca aparece intensamente fracturada. Actualmente, algunas de estas fallas siguen estando activas.

Fases de deformación

Mediante la cartografía se han observado las deformaciones correspondientes a las fases segunda y postmiocena, que son las de mayor trascendencia en el área de estudio. A la segunda fase se deben los planos de la esquistosidad (S₂), de dirección Norte-Noreste y Sur-Sureste, que son las que se han representado en la cartografía de la figura 2. La fase postmiocena dio lugar al plegamiento de dirección Este-Oeste, que deformó la esquistosidad principal (S₂), en gran parte del borde norte de la cuenca y, posiblemente, tam-

bién provocó las fallas de esta misma dirección que durante el terciario contribuyeron a la formación de la cubeta.

En las muestras analizadas al microscopio se han identificado no sólo las fases segunda y postmiocena, sino también la primera y tercera. En general, estas últimas sólo se manifiestan a escala microscópica, bien por carecer de intensidad suficiente para originar estructuras mayores, o bien porque éstas han sido borradas por las deformaciones de las fases posteriores.

La primera fase dio lugar a la esquistosidad de flujo (S₁) y posiblemente a pliegues que han sido borrados por la segunda fase de deformación. La esquistosidad S₁ a escala microscópica sólo se ha visto en algunos afloramientos de los tramos F₁ y F₁₋₄, en los que la roca se presenta dividida en paralelepípedos de 1 a 10 centímetros de arista, delimitados por los planos de esquistosidad S₁ y S₂; en el diagrama estructural de la figura 6, se han representado la dirección y buzamiento de estos planos. Esta fase se manifiesta a escala microscópica, métrica y decamétrica.

Al finalizar esta fase se produjo una inyección de venas de cuarzo que fueron deformadas con mayor o menor intensidad durante la fase siguiente según el momento en el que se inyectan; estas diferencias ponen de manifiesto el carácter progresivo de las deformaciones.

La segunda fase tiene una gran intensidad y afecta a todo el conjunto de los materiales paleozoicos. Produce la esquistosidad principal S₂ por flujo y crenulación de S₁ (fig. 7) y da lugar a pliegues isoclinales visibles en el campo, como los observados en las proximidades del núcleo urbano de Brixeo. Las venas de cuarzo inyectadas con anterioridad a esta segunda fase, aparecen microplegadas y crenuladas por la esquistosidad S₂, o completamente aplastadas hasta formar auténticos «boudines».

La tercera fase aparece con diferente intensidad en el contorno del yacimiento e incluso no se ha llegado a observar en algunas zonas. Las deformaciones son, en general, de escala microscópica y sólo en ocasiones, decimétricas. Se pre-

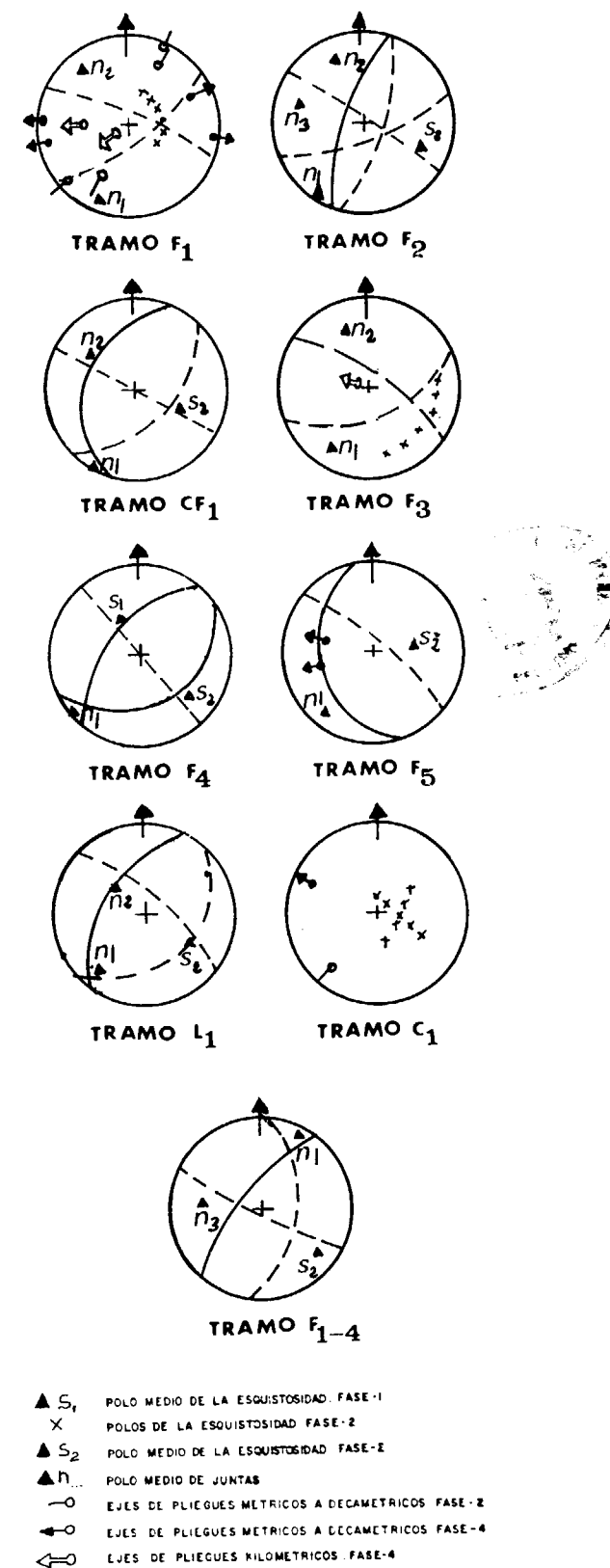


Figura 6.—Diagramas estructurales.

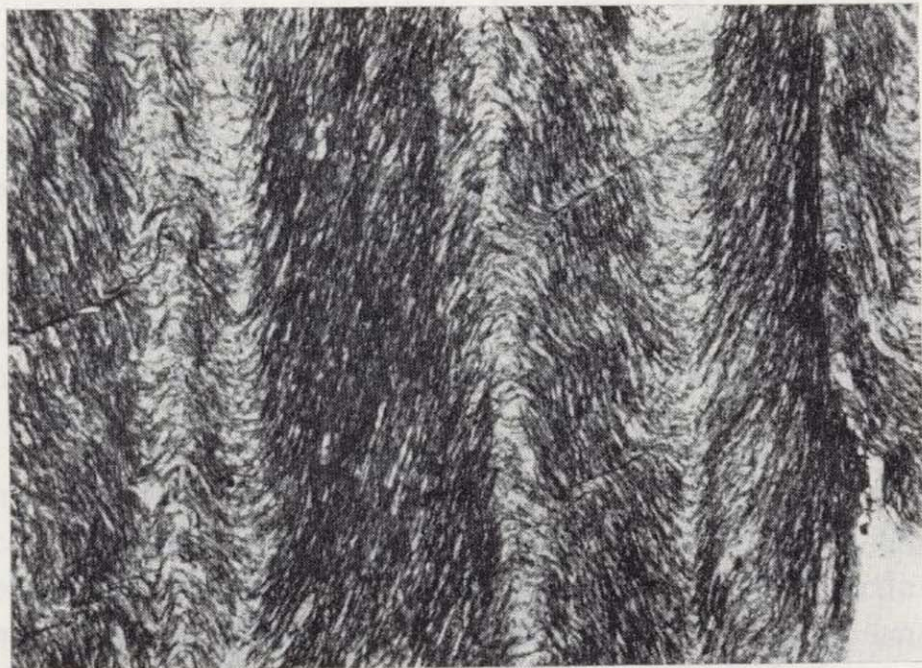


Figura 7.—Filita. Aspecto textural de la esquistosidad S_1 crenulada, con formación de la S_2 . N// $\times 312$.

sentan como pliegues de tipo kink-band que repliegan a la esquistosidad S_2 , o como una crenulación de dicha esquistosidad (fig. 8).

Por último, la supuesta fase postmiocena de deformación da lugar a los pliegues de dirección Este-Oeste, ya mencionados anteriormente, y que son apreciables a escala de campo.



Figura 8.—Filita. Aspecto textural de micropliegues de tipo kink-band que marcan la S_3 , sobre la esquistosidad principal. S_2 . N// $\times 312$.

3.2. Deformación en el Terciario

Pliegues

La serie terciaria presenta en toda la cuenca

un basculamiento al nordeste con buzamientos entre 5° y 10° , ya que el borde activo es el septentrional.

Otra dirección general de plegamiento Nordeste-Suroeste, se presenta como una sucesión de anticlinales y sinclinales, en general simétricos, con suaves buzamientos en los flancos e inmersión al nordeste. Estos pliegues son debidos a la adaptación de los materiales terciarios al paleorelieve del zócalo.

Por último, en una banda paralela al borde septentrional, con un ancho de aproximadamente 500 m, se sitúa un sistema de pliegues-fallas de dirección ENE-OSO, con vergencia al Este y flancos verticales e invertidos. Están claramente asociados con los esfuerzos tectónicos que han dado origen a la formación de la cuenca.

Fallas

Encontramos tres sistemas fundamentales de fallas:

1. Inversas de dirección Este-Oeste y Norte- 115° con buzamientos entre 30° y 60° N, que a veces se presentan como pequeños cabalgamientos de decenas de metros con plano horizontal. Pertenecen a las dos primeras direcciones principales de fallamiento citadas en 3. 1 (formaciones hercínicas). Se presentan en la mitad septentrional del yacimiento, disminuyendo su frecuencia en dirección Suroeste.

Las de mayor salto, centenas de metros, son pre, sin y postsedimentarias y van acompañadas por un gran número de fallas postsedimentarias con saltos de decenas de metros.

2. Falla normal sinsedimentaria de dirección Norte 20° con buzamiento al Oeste entre 50° y 60° . Es una sola falla que rompe solamente el zócalo, con un salto de hasta 170 m, emplazada en Meidelo, con una longitud aproximada de 1,4 Km.

Estuvo en funcionamiento hasta finales de la sedimentación del tramo 2, constituyendo el borde de cuenca en esa zona, para esa época. Las últimas capas de dicho tramo y superiores la cubren sin romperse.



Figura 7.—Filita. Aspecto textural de la esquistosidad S_1 crenulada, con formación de la S_2 . N// \times 312.

sentan como pliegues de tipo kink-band que repliegan a la esquistosidad S_2 , o como una crenulación de dicha esquistosidad (fig. 8).

Por último, la supuesta fase postmiocena de deformación da lugar a los pliegues de dirección Este-Oeste, ya mencionados anteriormente, y que son apreciables a escala de campo.

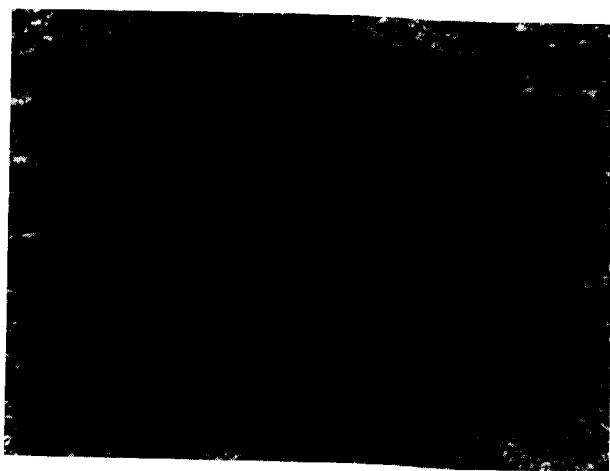


Figura 8.—Filita. Aspecto textural de micropliegues de tipo kink-band que marcan la S_3 , sobre la esquistosidad principal. S_2 . N// \times 312.

3.2. Deformación en el Terciario

Pliegues

La serie terciaria presenta en toda la cuenca

un basculamiento al nordeste con buzamientos entre 5° y 10° , ya que el borde activo es el septentrional.

Otra dirección general de plegamiento Nordeste-Suroeste, se presenta como una sucesión de anticlinales y sinclinales, en general simétricos, con suaves buzamientos en los flancos e inmersión al nordeste. Estos pliegues son debidos a la adaptación de los materiales terciarios al paleorelieve del zócalo.

Por último, en una banda paralela al borde septentrional, con un ancho de aproximadamente 500 m, se sitúa un sistema de pliegues-fallas de dirección ENE-OSO, con vergencia al Este y flancos verticales e invertidos. Están claramente asociados con los esfuerzos tectónicos que han dado origen a la formación de la cuenca.

Fallas

Encontramos tres sistemas fundamentales de fallas:

1. Inversas de dirección Este-Oeste y Norte- 115° con buzamientos entre 30° y 60° N, que a veces se presentan como pequeños cabalgamientos de decenas de metros con plano horizontal. Pertenecen a las dos primeras direcciones principales de fallamiento citadas en 3. 1 (formaciones hercínicas). Se presentan en la mitad septentrional del yacimiento, disminuyendo su frecuencia en dirección Suroeste.

Las de mayor salto, centenas de metros, son pre, sin y postsedimentarias y van acompañadas por un gran número de fallas postsedimentarias con saltos de decenas de metros.

2. Falla normal sinsedimentaria de dirección Norte 20° con buzamiento al Oeste entre 50° y 60° . Es una sola falla que rompe solamente el zócalo, con un salto de hasta 170 m, emplazada en Meidelo, con una longitud aproximada de 1,4 Km.

Estuvo en funcionamiento hasta finales de la sedimentación del tramo 2, constituyendo el borde de cuenca en esa zona, para esa época. Las últimas capas de dicho tramo y superiores la cubren sin romperse.

3. Fallas normales de asentamiento. Se presentan por toda la cuenca con direcciones variables y fuertes buzamientos, con saltos de hasta decenas de metros, y son producto de la compactación diferencial de los materiales terciarios y su adaptación al paleorelieve del zócalo.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Dado el gran lapso de tiempo que pasa entre los acontecimientos hercínicos y los cenozoicos que afectan a la cuenca, consideramos necesario separarlos en el estudio cronológico de ellos.

Durante la sedimentación paleozoica, lo más destacable a reseñar es la ausencia del Cámbrico, y el paso gradual concordante entre los esquistos precámbricos y las series ordovícicas. Esto nos indicaría un primer momento de emersión importante en la región, con aparición de discordancias, pero no de discordancias. Todo el conjunto rocoso estuvo afectado por los fenómenos de blástesis metamórfica y de deformación, que se manifiesta de forma progresiva y solapadamente durante la orogenia hercínica. Así, se produjeron dos fases de metamorfismo de esquistosidad de flujo (S_1 y S_2), coincidentes con las dos primeras fases de deformación (F_1 y F_2). Los pliegues de tipo kink-band de tercera fase, tienen planos subhorizontales y pueden haberse formado como resultado de movimientos de subsidencia que hundieran en bloques las rocas de la región. Del estudio detallado de los distintos grados de aplastamiento y plegamiento de las venas de inyección de cuarzo, se puede seguir el proceso de deformación citado y las diversas etapas que ha tenido.

Las fracturas hercínicas sufren una reactivación durante el neógeno, originando una cuenca lacustre por basculamiento de un gran bloque. Las primeras fracturas que rejugaron tuvieron una dirección Este-Oeste, semejantes a las existentes en otras cuencas terciarias gallegas. Éstas fallas han funcionado en un principio como normales, dado que la continuidad entre los tramos paleozoicos, a un lado y otro de la cuenca, permanece constante. No se tienen datos que confirmen la existencia de una componente de desgarre en ellos.

La deformación del relieve premioceno fue desde un primer momento muy suave, ya que los

materiales basales terciarios son producto de una intensa meteorización del zócalo, sin prácticamente transporte. Repetidos movimientos de subsidencia combinados con variaciones de etapas biotásicas a resistásicos produjeron una sedimentación alternante de materia orgánica y arcilla arenosa.

A finales del mioceno y principios del plioceno, la cubeta sufrió una fuerte deformación compresiva de dirección Norte-Sur, que acorta su dimensión, principalmente en el lado occidental. Este acortamiento se refleja en las fallas inversas de dirección Este-Oeste ya descritos, en los pliegues del mioceno, y en los macropliegues del paleozoico, de dirección Este-Oeste.

En la cuenca cenozoica de Meirama, con características similares a las de Puentes de García Rodríguez, IGME (1974), existen movimientos postmiocenos semejantes a los expuestos, pero sin especificar el tipo de elemento estructural que se genera.

A principios del cuaternario se produce una erosión de los sedimentos anteriores, debido posiblemente a movimientos eustáticos. Con posterioridad, se vuelve a una etapa de subsidencia que se manifiesta hasta la actualidad, produciendo pequeñas turberas y extensas áreas pantanosas, en los bordes de la cubeta.

BIBLIOGRAFIA

- CABAL, J. M.: *Anotaciones sobre las mediciones de pizarrosidad y fisuración del borde norte del yacimiento de lignitos de Puentes de García Rodríguez*. Inédito (1972).
- CEREZUELA, J. J.: *Yacimiento de lignitos de Puentes de García Rodríguez*. Industria Minera, 165, pp. 5-35 (1976).
- IGME: *Proyecto de investigación de lignitos en Meirama (La Coruña)*. Plan Nacional de Minería (1974).
- IGME: Mapa Geológico Nacional. Hoja núm. 22 (Puente-deume), escala 1:50.000 (1973).
- IGME: Mapa Geológico Nacional. Hoja núm. 23 (Puentes de García Rodríguez), escala 1:50.000 (1973).
- MATTE, P.: *La estructura de la virgation hercynienne de Galice*. These doctoral, Lab. Geol. de la Fac. de Sciences Grenoble, vol. 44, pp. 1-23 (1968).
- MEDUS, J.: *L'évolution biostratigraphique d'une lagune néogène de Galice (Espagne)*. Pollen et Spores, vol. VII, núm. 2, pp. 381-391 (1965).
- MENÉNDEZ AMOR, J.: Mapa Geológico Nacional. Hoja número 22 (Puente-deume), escala 1:50.000, p. 14 (1973).
- NONN, H., y MEDUS, J.: *Estudios geomorfológicos y paleontológicos en Puentes de García Rodríguez*. Not. y Com. del IGME, 71, pp. 87-94 (1963).

Contribución al estudio metalogénico del Yacimiento "Mina Carmina", San Martín de Oscos (Asturias.)

Por J. GARCIA IGLESIAS (*) y J. LOREDO PEREZ (**)

RESUMEN

Se ha utilizado la proyección equiareal de Lambert (red Schmidt) para la confección de los estereogramas de los polos de las fracturas del Yacimiento Mina Carmina (Oscos), con la finalidad de correlacionar la mineralización con la tectónica y dar una interpretación genética del Yacimiento.

INTRODUCCION

El objeto del presente estudio es correlacionar los sistemas de fracturas con la mineralización en Mina Carmina. Dicha mina se encuentra situada en el paraje denominado «El Collar» del término municipal de San Martín de Oscos, y es accesible desde Vegadeo por la carretera comarcal de Fonsagrada; al llegar al Puerto de la Garganta se toma la carretera local a Villanueva de Oscos y de aquí a San Martín de Oscos; desde este punto, y por una pista de una longitud aproximada de unos 5 km, se llega a la antigua tolva de cargue de camiones, desde donde se puede llegar al piso primero de la mina por un camino de montaña. Actualmente se halla abandonada.

ENCUADRE GEOLOGICO

Desde el punto de vista estratigráfico los materiales presentes en la región corresponden al

(*) Dr. Ingeniero de Minas. Profesor Adjunto Numerario de la Cátedra de «Metalogenia e Investigación de Yacimientos» de la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Oviedo.

(**) Ingeniero de Minas. Profesor Ayudante de la Cátedra de «Metalogenia e Investigación de Yacimientos» de la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Oviedo.

Paleozoico Inferior (fig. 1), que abarca desde el Cámbrico Inferior al Silúrico, representados respectivamente por la «caliza de Vegadeo» (Cám-

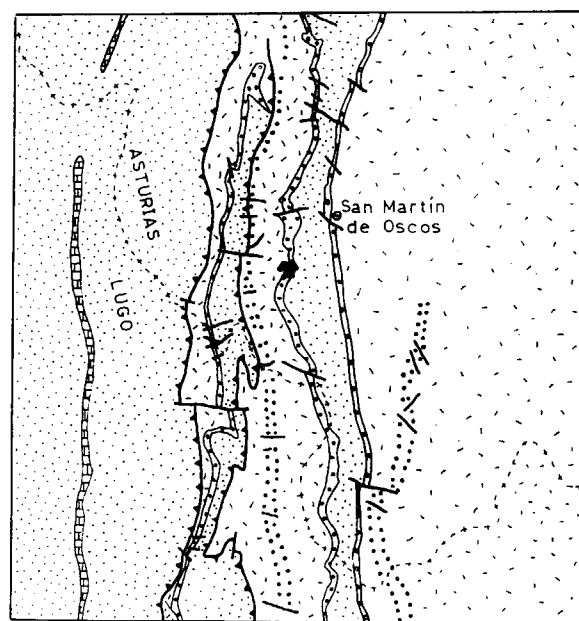
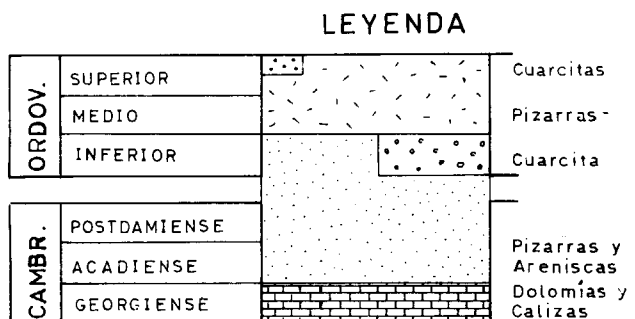
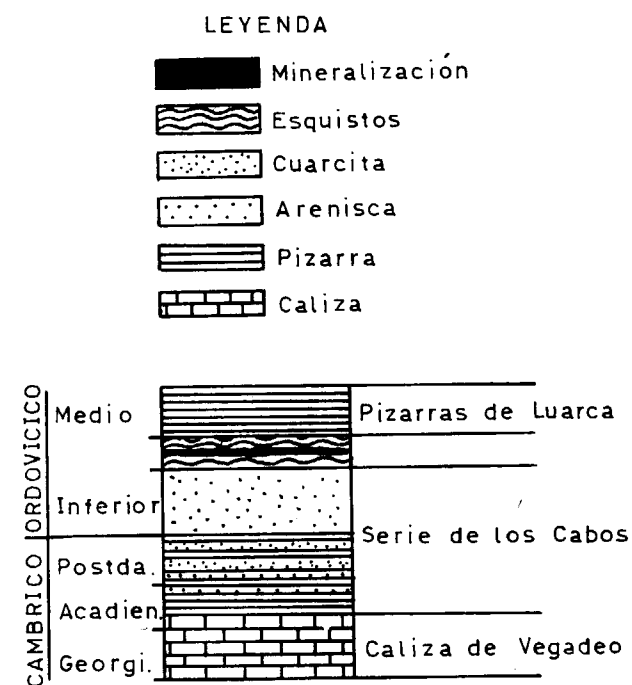


Figura 1.—Esquema geológico (Mapa 1:200.000 IGME).

brico Inferior-Medio) y pizarras y ampellitas (Llanoverly Medio-Superior, Wenlock Superior).

Ciñéndonos al área en la que se encuentra la mineralización, los terrenos presentes corresponden a las siguientes formaciones (fig. 2):

- Serie de los Cabos: Abarca del Cámbrico Medio al Ordovícico Inferior y se halla constituida por pizarras, areniscas y cuarcitas.
- Pizarras de Luarca: Corresponden al Ordovícico Medio; esta formación se halla constituida por pizarras negras muy homogéneas.



En la base de las «pizarras de Luarca» se encuentra un nivel constituido por una roca granuda de grano medio a fino y de color verdoso, textura orientada, con esquistosidad no muy marcada y debida a la orientación subparalela de anfíboles y filosilicatos; contiene abundantes Granates. La paragénesis que caracteriza a esta roca es típicamente de metamorfismo regional en facies de esquistos verdes.

La tectónica viene caracterizada por la presencia del anticlinal de San Martín de Oscos, de dirección axial N-S; este anticlinal se caracteriza

por tener su flanco este inverso y con gran vergencia, y su flanco oeste normal y de suave pendiente; en este flanco oeste se encuentra la mineralización estudiada. Se observan dos grandes sistemas de fracturas: unas de flanco, más o menos concordantes con la estratificación, y otras transversas muy verticales y de dirección aproximada E-O.

TECTONICA Y MINERALIZACION

Hemos hecho referencia a dos sistemas de fracturas que aparecen ligadas a la tectónica del conjunto, y en concreto a los materiales que constituyen el anticlinal de la zona en que se asienta la mineralización. Pasemos a estudiar las fracturas en relación con la mineralización.

Las fracturas no mineralizadas están representadas en el estereograma de la figura 3. Se puede distinguir dos sistemas fundamentales:

- El primero, de dirección aproximada N-10°-O buzando hacia el oeste con un ángulo medio de 40° (sensiblemente conforme a la estratificación); el grado de dispersión de estas fracturas respecto a la zona de mayor concentración dentro de este mismo sistema no es muy grande, posible índice de que se trataría de un sistema precoz y formado en un

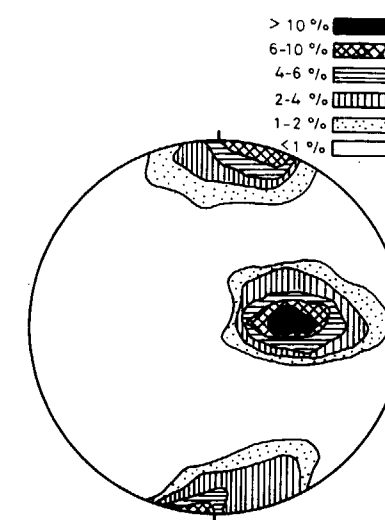


Figura 3.—Estereograma de Schmidt de fracturas no mineralizadas.

espacio de tiempo muy limitado coincidente con una fase precoz de mayor intensidad de esfuerzos.

—El segundo estaría constituido por un sistema bastante vertical, de dirección aproximada E-O; en éste, el grado de dispersión es bastante alto, característica que les da un carácter sintectónico típico y un intervalo de tiempo de formación más amplio; sería un sistema más tardío que el anterior.

Las fracturas mineralizadas con Esfalerita y Galena constituyen un sistema (ver fig. 4) coincidente con uno de los claramente definidos en el estereograma de la figura 3; y que concretamente se trata del sistema que por sus características nos inclinamos a considerar como más precoz. Las fracturas de este sistema mineralizado son normalmente fracturas de cizallamiento.

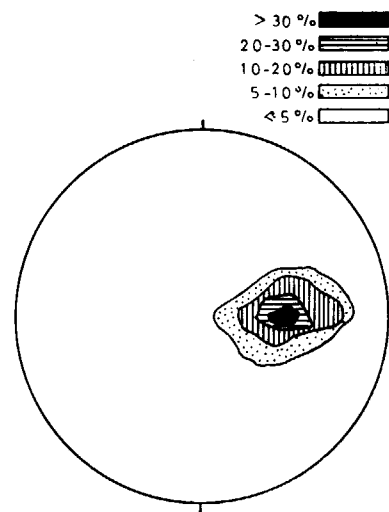


Figura 4.—Estereograma de Schmidt de fracturas mineralizadas con Esfalerita y Galena.

La Pirita se presenta fundamentalmente sola, en fracturas que muestran cierta dispersión. Algunas, con carácter de fracturas de tensión, pertenecen a un sistema tardío, de dirección E-O, y que cabe calificar como fracturas transversas. Pero en general abundan fracturas no coincidentes con esta dirección, que poseen también Pirita, en ocasiones anterior a la Esfalerita.

Las fracturas mineralizadas con Pirita (ver figura 5), presentan un grado de dispersión muy

elevado, como cabría esperar si tenemos en cuenta que existen dos piritas: una precoz y anterior a la Esfalerita y otra tardía, posterior a la Galena.

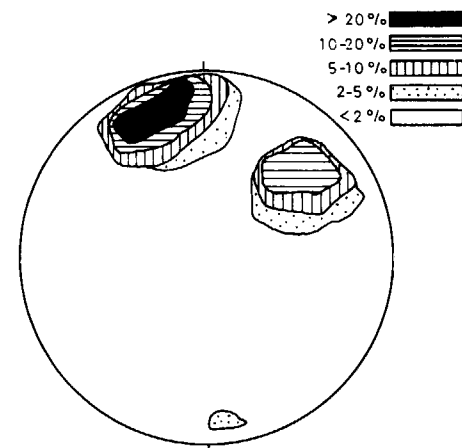


Figura 5.—Estereograma de Schmidt de fracturas mineralizadas con Pirita.

ESTUDIO MINERALOGICO

Los minerales de las fracturas pueden ser fragmentos de la roca encajante como Granates, Filosilicatos —bien de metamorfismo o relacionados con la fase de mineralización (Clorita) que parece muy precoz—; como mineral fundamental de ganga está el Cuarzo de neoformación.

De los minerales metálicos el más abundante es la Esfalerita; íntimamente ligado con ésta aparece Galena y Calcopirita; en relación con la Esfalerita, y como minerales anteriores normalmente incluidos en ella, se encuentra Mispíquel y Pirrotita. Con relativa frecuencia tenemos Cobres grises y en alguna ocasión un mineral de características muy similares a la Boulangerita. La Esfalerita puede presentarse más o menos masiva en fracturas de importancia, o bien en microfracturas, en cuyo caso habría pequeñas partículas dispersas de Esfalerita y Galena en estas microfracturas. También se encuentra Pirita bajo dos aspectos diferentes: una Pirita primaria, anterior al Cuarzo, y otra más tardía, frecuentemente asociada a Marcasita, que se forma por sustitución de Pirrotita o bien por neoformación en fracturas posteriores a la Esfalerita. En la Pirita primaria aparecen inclusiones de un mineral cuyas

características corresponden a la Cubanita. Otro mineral que aparece en pequeñas cantidades y dentro de fracturas de Galena es Anglesita. También aparecen indicios de Covelita asociada a zonas de fracturación tardía.

En la roca encajante se puede encontrar escasamente y como mineralización dispersa algo de Esfalerita y Galena; esta dispersión parece producirse de forma más fácil a favor de zonas de microfracturación. Los opacos que se presentan en la roca metamórfica encajante son fundamentalmente Ilmenita, que predomina en bandas con mayor riqueza en filosilicatos; en ocasiones la Ilmenita está íntimamente asociada con Rutilo, que parece formarse a expensas de ella.

En lo referente a la sucesión que presenta la mineralización en las fracturas (ver diagrama de sucesión en fig. 6), tenemos materiales previos a

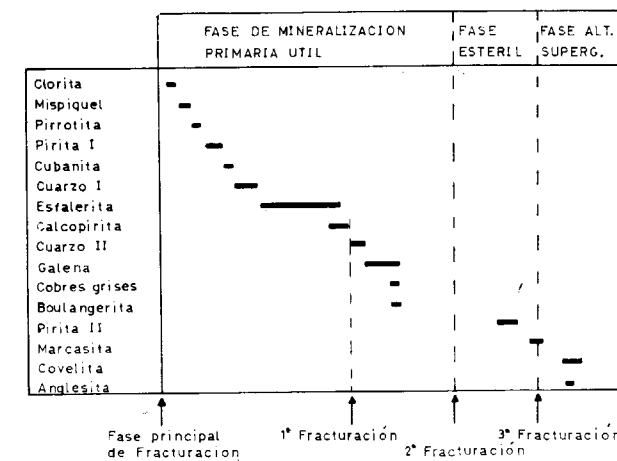


Figura 6.—Diagrama de sucesión.

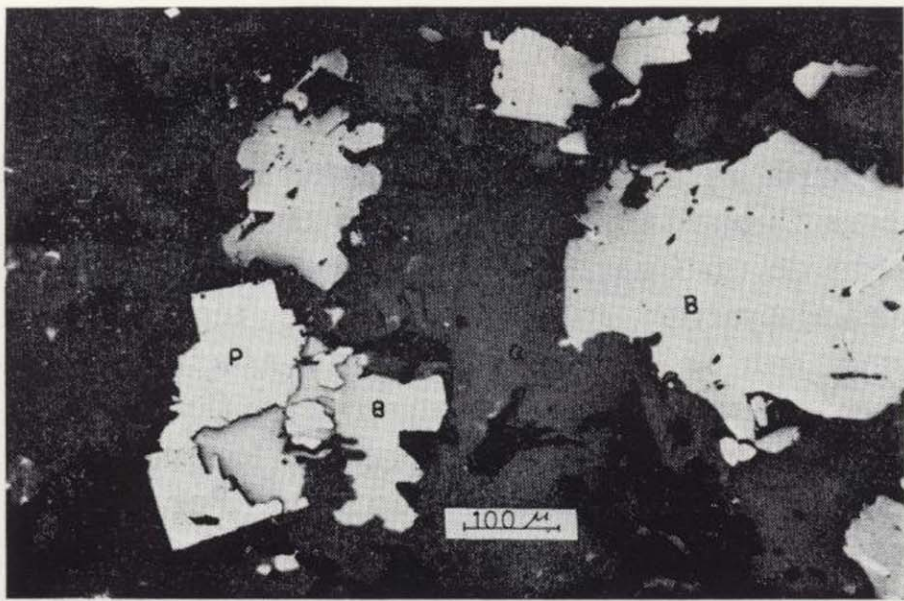
la fase de mineralización: son fragmentos desgajados de la roca encajante constituidos por Filosilicatos, Cuarzo, gran abundancia de Granates, éstos presentan microfracturas mineralizadas, de donde hemos de concluir un carácter esencialmente pre-tectónico; la Ilmenita es otro mineral que aparece con un carácter de mineral anterior a la tectónica. De los minerales de neoformación en estas fracturas tenemos como mineral precoz la Clorita, posteriormente se forma Mispíquel, Pirrotita y Pirita, que podemos encontrar como inclusiones en la Esfalerita (especialmente abun-

dantes en el caso de la Pirrotita); asociada con esta Pirita primaria y como posterior a ella se observa Cubanita. A continuación tenemos la formación de un Cuarzo, al que sigue la serie Esfalerita-Calcopirita; más tardíamente tenemos la Galena, con la que se encuentran asociados los Plomos antimoniosos (Boulangerita) y Cobres grises. Como minerales posteriores se forma la Pirita II en asociación con Marcasita. Por último y con indudable carácter de minerales descendentes o supergénicos, y en relación con fracturas tardías que afectan a minerales anteriores, se encuentran indicios de Covelita y Anglesita.

CONCLUSIONES

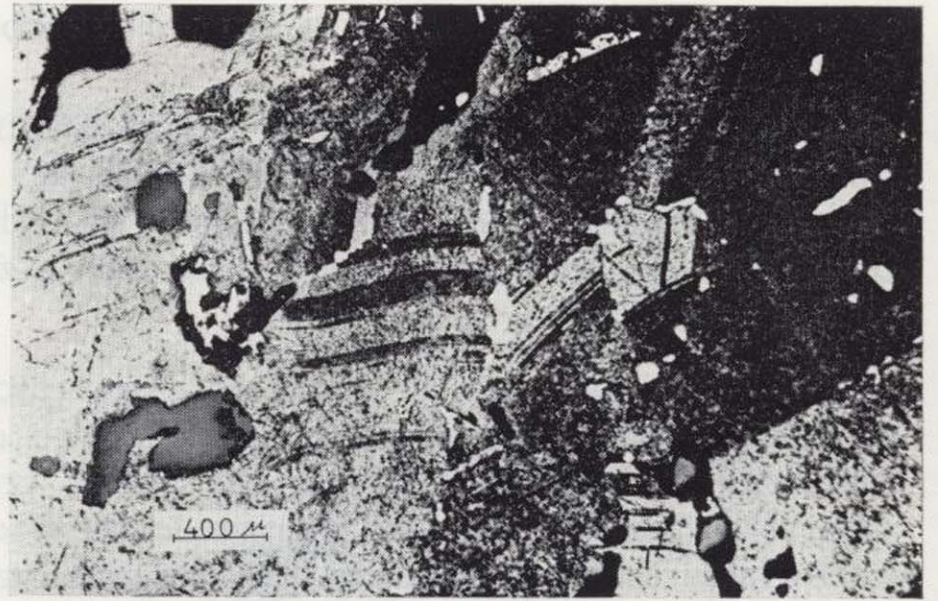
Se puede decir que las fases por las que pasó la zona actualmente mineralizada son: Una primera fase de metamorfismo general, pre-tectónica, donde debido a las presiones que actuaban sobre los estratos, se formó una «esquistosidad de flujo» aproximadamente paralela a las superficies de estratificación. Una segunda fase, sintectónica precoz, en la que tuvo lugar la formación de «esquistosidades de fractura-plegaje», pudiéndose distinguir dos tipos de texturas representativas: en zonas de fracturas de cizallamiento, localizadas en bandas de mayor riqueza en filosilicatos, quedan fragmentos de roca más cuarcítica y competente a modo de islas entre una masa de filosilicatos que se reorganizan englobando los fragmentos anteriores y dando una «textura fluidal» típica, que cabría definir, siguiendo a WILLIAMS, TURNER y GILBERT (1968) como «filonitas». El otro tipo de textura es el llamado «kink-bands»; su origen se debe a que los filosilicatos en zonas de cizalla giran un cierto ángulo, es decir, se reordenan cambiando brusca-mente de orientación con respecto a las superficies o planos de esquistosidad.

En cuanto a los sistemas de fracturas (ver figuras 7 y 8) consideramos un sistema (I) de «fracturas de cizallamiento», originadas en la fase principal de plegamiento y producidas después del metamorfismo; presentan cierta conformidad con la estratificación. Estas fracturas producen despegues, y asociadas a ellas tenemos las «esquistosidades de fractura-plegaje»; también producen brechificaciones en zonas más competentes (cuarcíticas). Cabría esperar la formación del sistema complementario de fracturas (I'), también



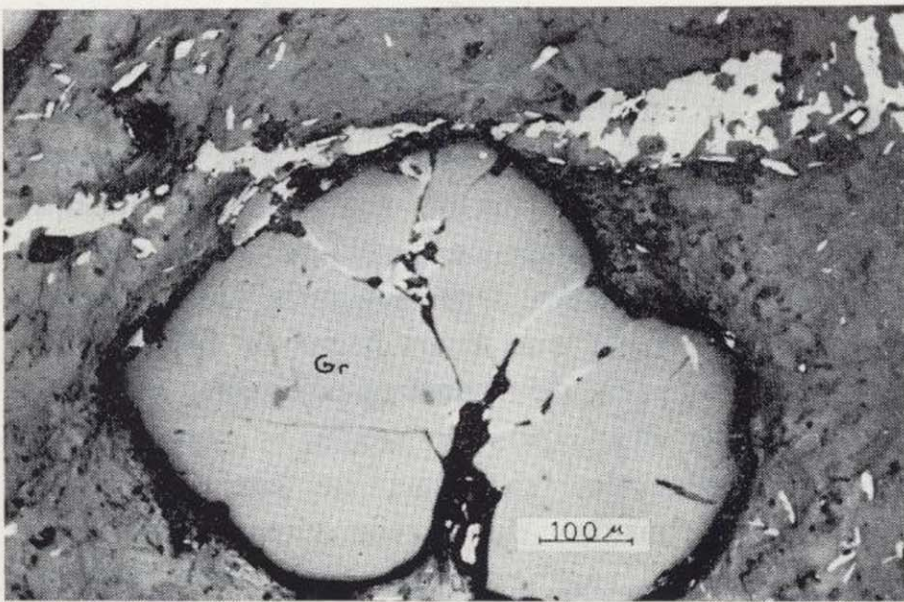
Fotomicrografía 1.

Esfalerita (B) sustituyendo a Pirita I idiomorfa (P) anterior al cuarzo (Q). En la Esfalerita se observan inclusiones alargadas de Pirrotita que en ocasiones pasa a Pirita.



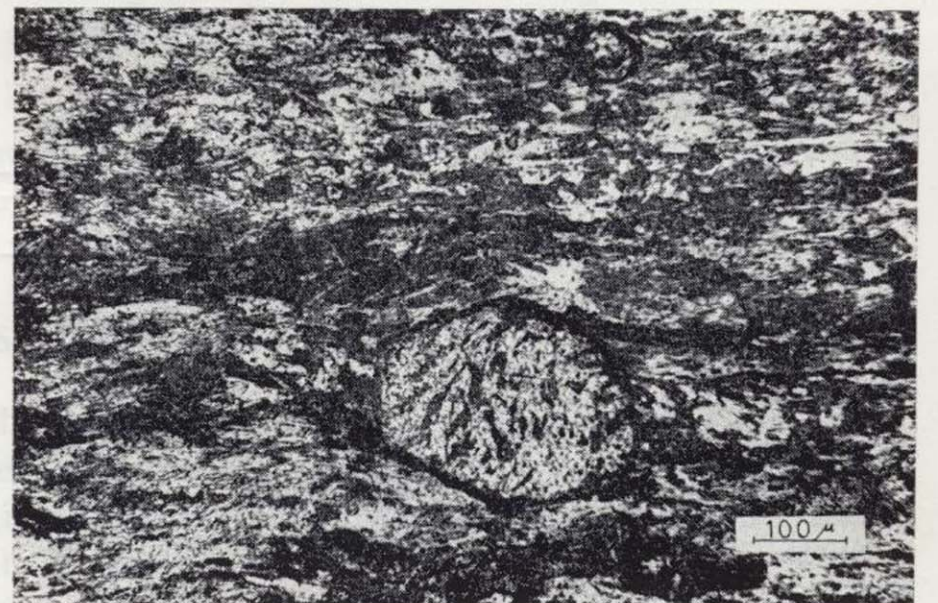
Fotomicrografía 4.

Maclas de Esfalerita, reveladas por ataque con ácido nítrico; se observa cómo las exoluciones de Calcopirita se introducen en superficies intergranulares de la Esfalerita. La deformación tectónica de la macla indica un carácter precoz de la mineralización.



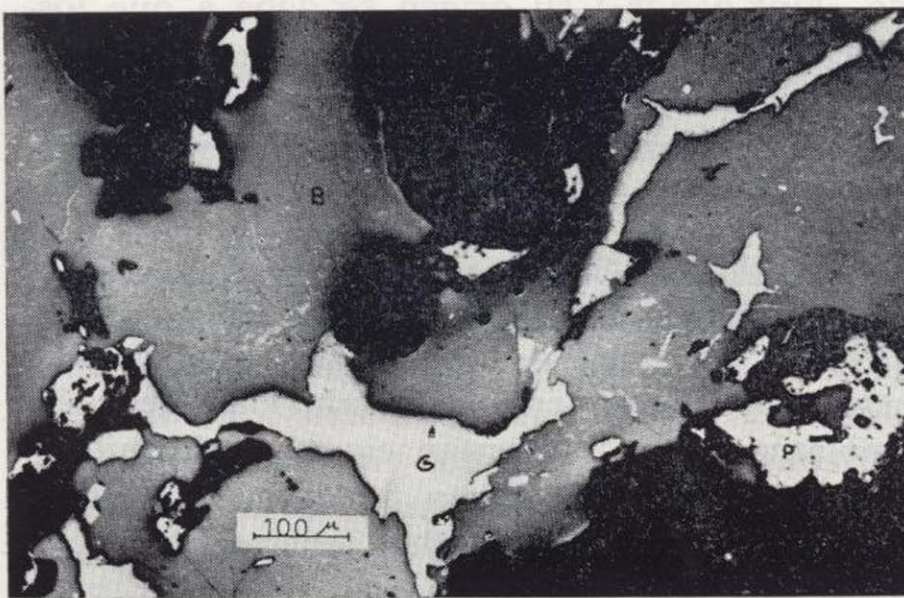
Fotomicrografía 2.

Granate (Gr) pretectónico con Esfalerita en fracturas, y que se encuentra al borde de una fractura que tiene Esfalerita y algo de Galena.



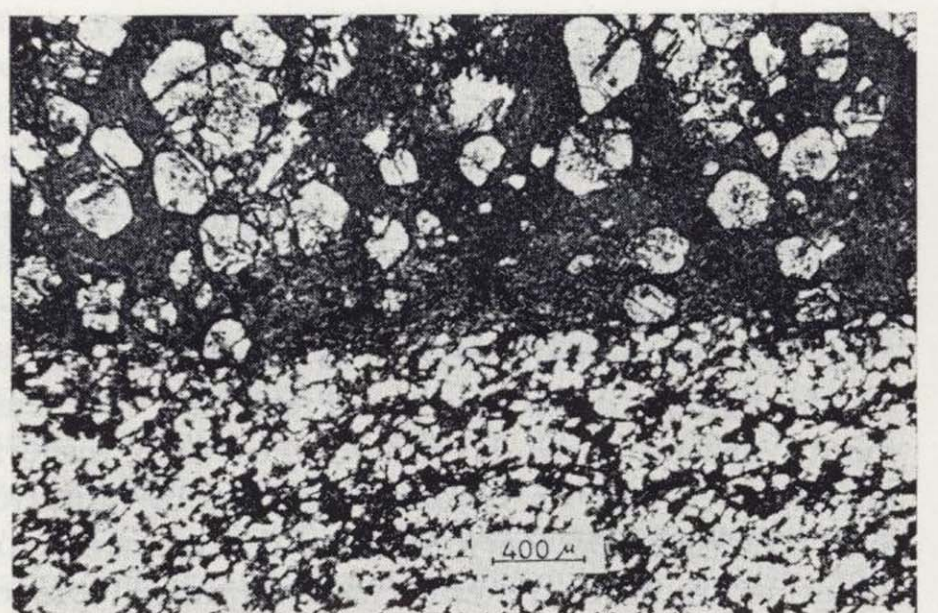
Fotomicrografía 5.

Ilmenita pretectónica y Granate también pretectónico. Debido a la tectónica el Granate se encuentra girado respecto a su posición original.



Fotomicrografía 3.

Cuarzo (zonas más oscuras de alto relieve), Esfalerita (B), Galena (G) y Pirita I (P). Carácter posterior de la Galena, que se introduce en fracturas de la Esfalerita.



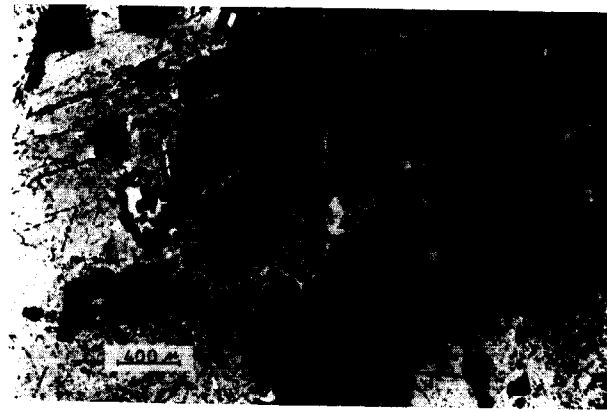
Fotomicrografía 6.

Se observa cómo los Granates están ligados a las zonas más ricas en filosilicatos.



Fotomicrografía 1.

Esfalerita (B) sustituyendo a Pirita I idiomorfa (P) anterior al cuarzo (Q). En la Esfalerita se observan inclusiones alargadas de Pirrotita que en ocasiones pasa a Pirita.



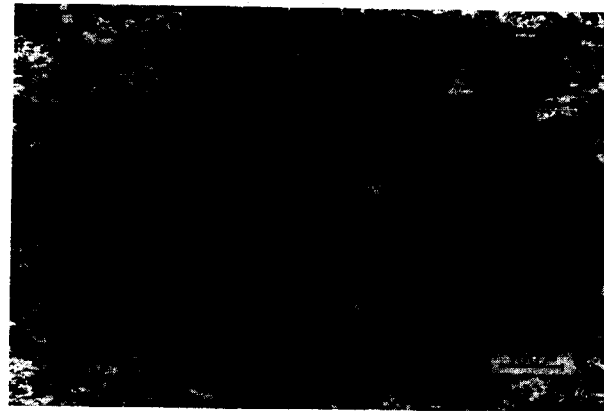
Fotomicrografía 4.

Maclas de Esfalerita, reveladas por ataque con ácido nítrico; se observa cómo las exoluciones de Calcopirita se introducen en superficies intergranulares de la Esfalerita. La deformación tectónica de la macla indica un carácter precoz de la mineralización.



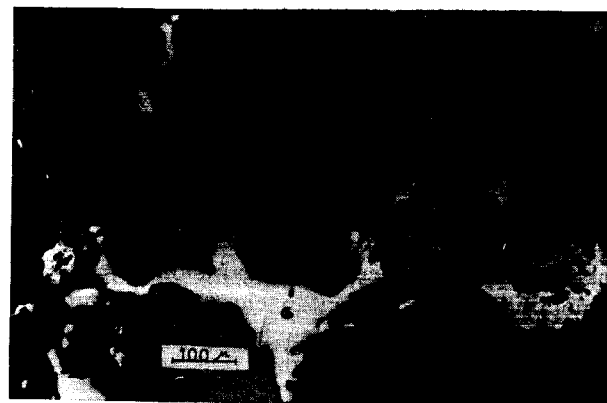
Fotomicrografía 2.

Granate (Gr) pre-tectónico con Esfalerita en fracturas, y que se encuentra al borde de una fractura que tiene Esfalerita y algo de Galena.



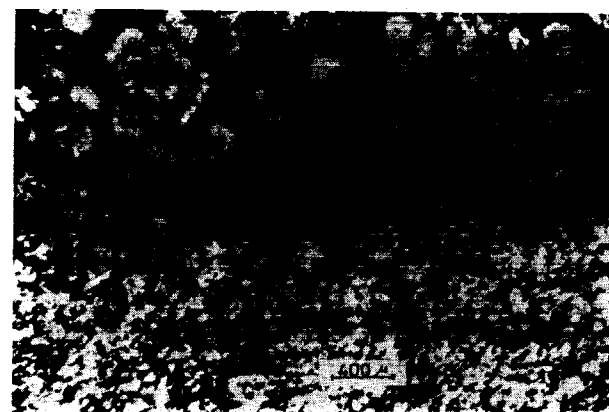
Fotomicrografía 5.

Ilmenita pre-tectónica y Granate también pre-tectónico. Debido a la tectónica el Granate se encuentra girado respecto a su posición original.



Fotomicrografía 3.

Cuarzo (zonas más oscuras de alto relieve), Esfalerita (B), Galena (G) y Pirita I (P). Carácter posterior de la Galena, que se introduce en fracturas de la Esfalerita.



Fotomicrografía 6.

Se observa cómo los Granates están ligados a las zonas más ricas en filosilicatos.

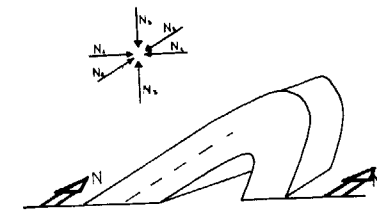


Figura 7.—Bloque diagrama mostrando la orientación de las componentes principales.

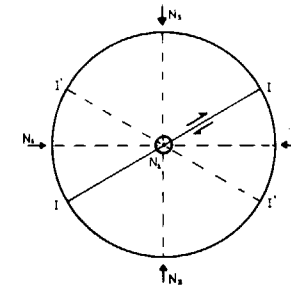


Figura 8.—Diagrama de fracturas.

de cizallamiento, pero éste no se desarrolla en la zona por la orientación de esas superficies de fractura, oblicuas a los planos de estratificación, lo que dificulta la ruptura; ésta se produce preferentemente según los planos del sistema (I) que coinciden con superficies de despegue tan fáciles de activar como son los planos de estratificación y las bandas de predominancia en filosilicatos. Existe un sistema (II) poco importante, de pequeñas fracturas de tensión —con frecuencia rellenas de Clorita—, y con buzamientos hacia el oeste, cuyas características indican un carácter abierto durante la etapa de mineralización. Pudiera ser un sistema de fracturas de tensión complementario del anterior.

La mineralización se aloja en estos dos sistemas de fracturas, pero solo en el primero llega a tener cierta importancia.

Existe otro sistema (III) de «fracturas transversas» casi verticales, de dirección aproximada E-O; este sistema de fracturas no está mineralizado, y se revela como posterior a la mineralización misma, ya que afecta a la Esfalerita y a la Galena. Estas fracturas pueden llevar Pirita II y Cuarzo. A este sistema pertenecería un gran afloramiento de filón de Cuarzo estéril, que existe en las inmediaciones de la bocamina, y que cabe interpretar como el relleno de una importante fractura de tensión de ese sistema. Este sistema necesariamente es hercínico tardío o alpino.

La mineralización Pb-Zn se presenta en fracturas claramente hercínicas, y además precoces: fracturas hercínicas más tardías no poseen mineralización, a pesar de su carácter en ocasiones de fracturas abiertas. Lógicamente hemos de pensar que se trata de una mineralización hercínica precoz, con una Galena algo más tardía que la Esfalerita, separadas ambas por una fase de fracturación; la Pirita I es evidentemente hercínica, pero en cambio la Pirita II o es hercínica tardía o bien puede ser incluso de edad alpina. La Anglesita y la Covelita son minerales que se forman en fase tardía de alteración supergénica.

De la interpretación genética cabe decir que no existen fenómenos ígneos intrusivos próximos, con los que quepa relacionar de forma inmediata la mineralización. En cambio, el nivel de esquistos verdes parece corresponderse con un vulcanismo sinsedimentario, transformado luego de forma importante por el metamorfismo regional y la tectónica Hercínica.

La presencia de la mineralización en relación espacial con los esquistos verdes —se orienta en fracturas de éstos o de las cuarcitas inmediatas—, hace pensar en una removilización o «secreción lateral» a partir de los materiales originalmente volcánicos, en las etapas iniciales de la tectónica Hercínica.

Lógicamente, el nivel de esquistos verdes constituiría un nivel guía de cara a una investigación a escala más general.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido realizado gracias a las facilidades prestadas por las compañías CEMIN, concesionaria de la mina, e IMINSA.

BIBLIOGRAFIA

- JULIVERT, M., y MARCOS, A.: «Mapa geológico de España» E. 1:200.000, Hoja núm. 9. Inst. Geol. y Min. España (1971).
 MATTAUER, M.: *Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre*. Ediciones Omega, Barcelona (1976).
 PHILLIPS, M. A.: *The use of stereographic projection in structural geology*. Edward Arnold (Publishers) Ltd. London (1960).
 RAMDOHR, P.: *The ore minerals and their intergrowths*. Pergamon Press Ltd. London (1969).
 SPRY, A.: *Metamorphic textures*. Pergamon Press Ltd. London (1969).
 VINCIENNE, H.: *Mineragraphie*. Ecole Nationale Supérieure des Mines, Paris (1954).
 WILLIAMS, H.; TURNER, F., y GILBERT, C.: *Petrografía*. CECSA, México (1968).

Nuevos datos sobre la génesis del yacimiento de lignitos límnicos de Meirama (La Coruña)

Por A. MALDONADO ZAMORA (*)

RESUMEN

En este artículo se resumen los factores tectónicos, climáticos, sedimentológicos y botánicos que influyeron en la génesis del yacimiento de lignitos en el Valle de Meirama. Estas conclusiones se han deducido del trabajo desarrollado por el autor en este valle.

Al final se esquematiza, mediante un croquis, la evolución geológica de la cuenca desde el Triásico hasta el Cuaternario.

ABSTRACT

This article presents a summary of tectonic, climatic, sedimentological and botanical factors which influenced the genesis of coal deposits in the «Valle de Meirama» (La Coruña, Spain).

The conclusions drawn are based on the author's work in this valley. A simplified schematic is presented showing the geological evolution of the valley from the Triassic to the Quaternary.

1. INTRODUCCION

Debido a la escasez de recursos energéticos existentes en nuestro subsuelo y la repercusión económica de estos materiales, es de vital importancia el aprovechamiento de materias primas carbonosas, dado el papel que juegan en dichos recursos. En particular, los lignitos del Terciario que, aunque clasificados como carbones pobres, presentan un gran futuro debido a su facilidad de extracción y al elevado grado de mecanización a que se puede llevar su explotación en minería a «cielo abierto».

Atendiendo a su génesis, los lignitos se clasifican en *límnicos* y *Parálidos*. Los primeros comprenden aquellos lignitos que han tenido un origen lagunar en cuencas cerradas, cuyo ejemplo más conocido es el de los lignitos miocénicos de Puentes de García Rodríguez. Los segundos comprenden los lignitos que han tenido un origen costero, en zonas de marismas, entre los que el más claro exponente lo constituyen los lignitos alemanes de la Cuenca del Rhur.

En función de la época de formación geológica hay que diferenciar dos grandes grupos: lignitos del Cretácico Inferior y lignitos Mio-Pliocénicos.

En la Península Ibérica y en relación con su ubicación geográfica, los lignitos del Terciario se subdividen en dos grupos: lignitos de dominio atlántico y lignitos de dominio mediterráneo.

Los lignitos del Valle de Meirama se van a clasificar, en este estudio, como lignitos límnicos, principalmente autóctonos, de edad Oligo-Miocénica, pertenecientes al dominio atlántico.

2. ANTECEDENTES

A pesar de la relativa ausencia de recubrimiento Cuaternario que hace visible las formaciones arcillo-arenosas terciarias, los estudios de las posibilidades lignitíferas de estas zonas, prácticamente no han sido realizados. Posiblemente es debido a que los problemas geológicos del Terciario gallego presentaban poco atractivo en comparación con el marco geológico que envolvía a estas formaciones.

(*) Doctor Ingeniero de Minas. Departamento de Geofísica Aplicada de la E. T. S. I., de Minas, de Madrid.

Las primeras observaciones geológicas en el NW. de la Península Ibérica datan del siglo XIX (G. SCHULZ, 1883; Ch. BARROIS, 1882; Mac PHERSON, (1883).

En el siglo XX, P. H. SAMPELAYO (1915, 1922, 1934, 1942) desarrolla los estudios del «Complejo Galai-co». Las observaciones más interesantes sobre tectónica se deben a W. CARLE (1945). También es necesario resaltar las notas de L. de SITTE (1949).

Es en la segunda mitad del siglo XX cuando se realiza el mayor número de investigaciones geológicas. Entre los principales aportadores al conocimiento del NW. figuran:

PARGA-PONDAL (1954): Centrado más en la petrografía de Galicia Occidental, aunque interesado también en los problemas de conjunto. Su cartografía geológica a E: 1/400.000 (1963) aporta un progreso considerable para el conocimiento del NW. de la Península Ibérica.

F. LOTZE (1956): En colaboración con sus alumnos, desarrollan grandes trabajos de estratigrafía, que constituyen un avance importante en el conocimiento del NW.

Actualmente, los trabajos de H. NONN (1963), J. MEDUS (1963), Ph. MATTE (1964), R. CAPDEVILA (1965), LUCAS y PAQUET (1966), TEVES (1967), y CAPDEVILA (1970), determinan las últimas aportaciones geológicas que conocemos.

Sin embargo, solamente NONN, H.; MEDUS, J.; LUCAS, J., y PAQUET, en la década de los sesenta destacan los indicios lignitíferos.

NONN cita la existencia de lignito en Boimorto, Meirama, Lendo, Puentes de García Rodríguez, Cantalarrana y San Saturnino. Del yacimiento de Puentes realiza unos cortes geológicos. Efectúa también análisis polínicos de Lendo, Meirama, Boimorto y San Saturnino y los refiere a una columna tipo de Puentes de García Rodríguez. Al mismo tiempo habla de que, posiblemente, estos lignitos de origen límnico sean autóctonos en contraposición de ciertas notas anteriores, donde predominaba la idea de un carácter alóctono para estas formaciones.

Los estudios palinológicos (diagramas) más interesantes son los de J. MEDUS, donde empieza a datar y clasificar los pólenes y esporas.

En los trabajos sobre arcillas hay que citar a LUCAS, NONN y PAQUET.

La tesis doctoral de J. M. BRELL (1972) sistematiza todos los Terciarios del NW., describiendo los afloramientos de la mayor parte de las cuencas terciarias.

El primer trabajo de estudio del yacimiento lo realizan nuestros compañeros J. L. REBOLLO y C. PAZ (1973), donde se cubica y se dan los primeros cortes geológicos del yacimiento. La falta de estudios geológicos detallados, mineralógicos, físicos y polínicos, impide sacar un rendimiento exhaustivo del trabajo. No obstante, hay que reconocer que la primera distribución en el espacio y la primera cubicación se debe a estos ingenieros.

3. EL VALLE DE MEIRAMA

3.1. INTRODUCCIÓN.

El Valle de Meirama se ubica al SW. de La Coruña, entre las localidades de Carral y Carballo.

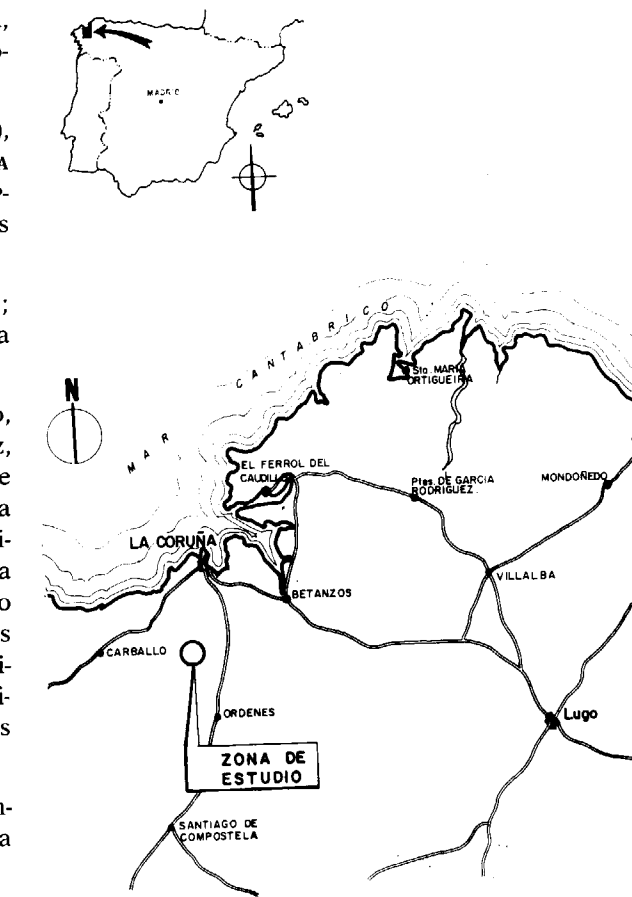


Figura 1.—Situación del Valle de Meirama, La Coruña (España).

Morfológicamente se sitúa en la cuenca alta del río Barcés, con una altitud oscilando entre 190 y 300 m., estando poco resguardado en dirección S.-SW. y muy defendido en dirección N.-NE. (fig. 1).

La zona de estudio se sitúa a todo lo largo de la falla de desgarre hercínica, que apareciendo en Baldayo, pasa por Meirama y llega hasta Boimil (Gándara). Realmente son 50 km de recorrido con dirección N.-125-E.

Todos los terrenos, excepto los Terciarios y Cuaternarios, son de Edad Paleozoica y han sido poco modificados por los plegamientos Alpinos. Las únicas modificaciones se han debido a reajustes isostáticos del Cratón Gallego, con hundimientos y levantamientos de bloques, *constituyendo aquéllos el origen tectónico de los yacimientos lignitíferos en el NW. de España.*

Las rocas existentes son principalmente rocas sedimentarias más o menos metamorfozadas y rocas plutónicas. La existencia de Terciarios lignitíferos era conocida en las zonas de Lendo, Meirama y Boimorto sin haber definido su posición, relación, propiedades y edad.

3.2. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS.

En función de los datos obtenidos en el Valle de Meirama, se han deducido una serie de consecuencias que exponemos a continuación:

1) Durante el Terciario, a causa del levantamiento Alpino y el nuevo reajuste implantado en la Península Ibérica, comienza en el NW. una tectónica de bloques.

2) Entre el Oligoceno Medio y el Superior, la fractura de origen hercínico que pasa por Baldayo-Meirama-Boimil entra en activación como consecuencia de toda una tectónica de bloques (el muro de los lignitos corresponde al comienzo del Oligoceno Superior).

3) Todos los Terciarios de: Lendo, Meirama, Visantona, Juanceda, Boimorto y Boimil se alinean en dirección N.-125-E., constituyendo el surco «Baldayo-Meirama-Boimil».

Dentro del surco anteriormente definido, las cuencas terciarias son totalmente independientes y hay que pensar en un carácter endorreico para cada valle.

4) El muro de la formación terciaria está formado, en general, por materiales detríticos, principalmente: arcillas arenosas de color blanco a verdosas, ricas en caolinita con cambios laterales a arenas y gravillas.

5) El clima de carácter subtropical implantado ya en las zonas costeras del NW. comienza una activa erosión de las rocas preexistentes.

La implantación del clima subtropical era un hecho, como pone de manifiesto la existencia de altos contenidos de caolinita en las muestras arcillosas del muro de la formación y la existencia de lignitos.

6) Al final del Oligoceno Superior, la cuenca entra en una cierta «calma» sedimentaria, implantándose un bosque subtropical que durará durante todo el resto del Oligoceno, todo el Mioceno y parte del Plioceno.

La subsidencia continua, junto con la constancia climatológica, implantada al final del Oligoceno, permiten las grandes acumulaciones de lignito en el NW.

Es evidente que el lento hundimiento de las cuencas fue jalonado, en ciertos momentos, con interrupciones de la etapa lignitífera. Las causas hay que atribuirles a que se producen cambios importantes en la red hidrográfica de las «lagunas», entrando éstas en un período de inestabilidad lignitífera, provocada por la invasión de materiales detríticos. En Meirama es necesario separar estas zonas, pues la diferencia litológica y estructural del paleofondo implica un comportamiento diferente.

7) Al final del Mioceno y comienzo del Plioceno, el retroceso climático del NW. por la tendencia a su unificación con el clima continental de la Península Ibérica, produce una disminución de la temperatura, retrocediendo el clima subtropical y apareciendo un clima templado-húmedo (carácter Atlántico) que terminará con las condiciones climáticas de formación del lignito.

En consecuencia, el Plioceno es una etapa inestable, más acentuada en los Terciarios de la Galicia interior (Puentes, Boimorto, etc.) donde los cambios climáticos son más drásticos que en la zona litoral (Baldayo, Lendo, Meirama) donde se acusa el papel moderador que ejerció el Atlántico.

8) El techo de las formaciones lignitíferas en el área de nuestro estudio son de época pliocena, siempre que no hayan sido erosionadas.

Durante el Plioceno se produce un acercamiento climático del NW. al clima de la Meseta Castellana. Esta tendencia hacia la uniformidad climática reduce el clima subtropical instalado en Galicia durante el Terciario y termina poco a poco con los bosques frondosos que estaban dando lugar a la creación de los yacimientos de lignitos. Los lignitos del Plioceno son lignitos pobres en lo referente a propiedades químicas, con grandes contenidos de arcillas. Por tanto, esto induce a pensar que en este período se pierde la frondosidad dominante durante el Mioceno, desarrollándose una vegetación más herbácea que arbórea.

9) Los factores que han condicionado y que condicionan al Cuaternario son fundamentalmente dos, que a su vez se encuentran muy relacionados entre sí: el clima y el relieve.

El clima de tipo atlántico, caracterizado por temperaturas moderadas y pluviosidad elevada, potencia los procesos de meteorización, en detrimento de la erosión mecánica.

El relieve fruto de los sucesivos ciclos erosivos, sufridos por los materiales que componen el substrato, se caracteriza por una suavidad de formas, que sólo es alterada por las sierras locales.

Estos dos hechos, predominio de la erosión química sobre la mecánica y suavidad de formas, son los responsables más directos del importante desarrollo mencionado, de los terrenos Cuaternarios en la región. Cabe destacar que estas características son más típicas y lógicamente se encuentran mejor representadas cuanto más cerca de la costa estén.

Un denominador común de todos estos depósitos es su escaso espesor, que sólo ocasionalmente supera los 10 m., siendo la media bastante inferior a este valor.

3.3. CARACTERÍSTICAS TECTÓNICAS.

En el NW. de la Península Ibérica, la Orogénesis Hercínica ha afectado a todos los terrenos desde el Precámbrico cristalino hasta el Devónico-Carbonífero.

Se desconoce en detalle el comportamiento geológico del Cratón Gallego durante el Secundario. Se puede pensar que al final del Cretácico o en el

Infra-Eoceno, después de 150 millones de años de emersión, la topografía gallega debía de presentar un carácter análogo.

Las influencias principales de la Orogénesis Alpídica fueron:

1) La mayoría de los movimientos tectónicos tuvieron caracteres epirogénicos, produciéndose en este momento la diferenciación topográfica de Galicia.

2) El hundimiento o levantamiento fue lento, pero en general, continuo.

En Meirama la lentitud del hundimiento se puede deducir de la continuidad en la deposición lignitífera, ya que al estar próximo al Atlántico la climatología estaba controlada por él.

3) En la mayoría de los bloques, los movimientos epirogénicos aprovecharon la fracturación hercínica preexistente: Meirama, Lendo, Visantona, Juanceda, Boimorto, Boimil son ejemplos de subsidencia de la falla de desgarre Hercínica durante el Terciario. Igual es el comportamiento del surco Cantalarrana-Puentes de García Rodríguez.

4) En la zona de nuestro trabajo, las áreas subsidentes se sitúan siempre en la dirección N.-120-E. (Lendo, Baldayo, Meirama). Existe otra dirección principal, que es la conjugada a la anterior, que no presenta subsidencia fuera del surco. Se puede observar también una fracturación existente, N.-S.

5) La surrección y subsidencia se realizan por bloques. Las fracturaciones preexistentes condicionan los estilos tectónicos.

En el yacimiento de Meirama se puede comprobar este efecto debido a que la tectónica posgenética ha afectado a los lignitos, desplazándolos mediante fallas subverticales, a veces de hasta 60 m. de salto.

6) Un hecho importante en la mayoría de las cuencas límnicas de este surco, fue la captación de estos valles por las redes de drenaje existentes. La mayoría de estas cuencas terciarias debieron funcionar en régimen independiente de las redes de drenaje anteriores. Fue durante el Cuaternario donde, debido al fenómeno de colmatación y a la tendencia epirogénica, estas lagunas fueron captadas transformándose en cabeceras de arroyos.

— La epirogénesis produce un «horst» tectónico (la margen izquierda del Valle de Meirama está ocupada por el granito de La Coruña que recibe en este lugar el nombre de Altos de Xalo (hoy Xalo, es un horst tectónico típico).

— La subsidencia produce un «graben» tectónico (todas las cuencas terciarias de esta zona no tienen el fondo plano). Las más conocidas, Puentes de García Rodríguez y Meirama, constituyen un buen ejemplo de lo anterior.

7) Nosotros hemos podido comprobar, en el Terciario lignífero de Boimil, el diferente movimiento de bloques desde el Terciario al Cuaternario. Boimil es un ejemplo claro de hundimiento durante el Terciario y su posterior levantamiento durante el Cuaternario (ver fig. 2).

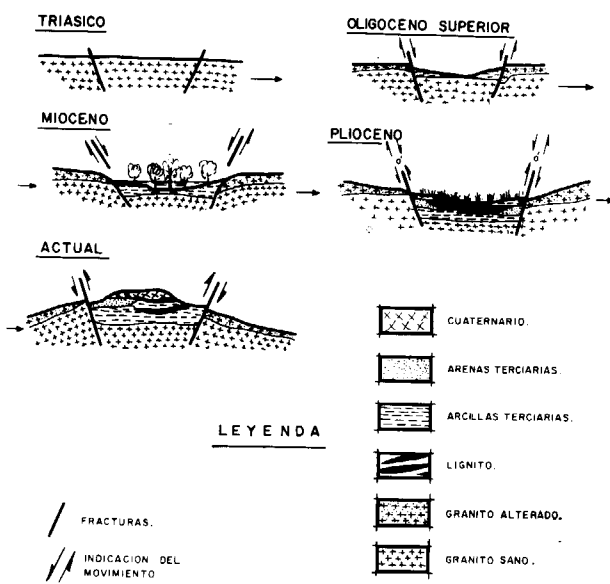


Figura 2.—Evolución del indicio lignífero de Boimil (La Coruña).

3.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.

La falta de fósiles existentes en los Terciarios lagunares del NW., exigen estudios palinológicos de pólenes y esporas como único medio de datar cronoestratigráficamente los lignitos.

Los datos paleobotánicos que se poseen, se pueden dividir en dos grupos: los análisis efectuados por J. MEDUS en sus trabajos polínicos de Galicia y los realizados por nosotros.

J. MEDUS, ha dividido la flora que aparece en Puentes de García Rodríguez en tres grupos, que de muro a techo son:

1) Flora correspondiente al Oligoceno. Entre las especies principales se tiene: Simarubáceas, Palmeras, Symploas, etc.

2) Flora del Mioceno y Plioceno, correspondiente principalmente a un clima «Canariensis». Entre las especies principales se tiene: Myrica cf. jaya, Davallia cf. canariensis.

3) Flora correspondiente a épocas más recientes, formada principalmente por plantas acuáticas o palustres, subacuáticas (Nymfáceas, Tyfáceas, etcétera), de borde de laguna (Nyssa, Davallia, Lycopodium, etc.), a cierta distancia del borde lagunar (Sapotáceas, Abietáceas y sobre todo la Engelhardtia, que en lugares subtropicales húmedos se localiza en las corrientes bien drenadas).

Para Cantalarrana-San Saturnino (Terciario lignífero situado en la misma fractura que Puentes de García Rodríguez) J. MEDUS ha observado:

1) No encuentra las especies de Simarubáceas, Rhus, etc. (pensamos que los sedimentos aflorantes en San Saturnino son de edad pliocena, siendo por tanto imposible la existencia de estas especies en las capas de lignitos aflorantes).

2) Ha clasificado las Cyrilláceas y Engelhardtia, que corresponden en Puentes a los niveles medio-altos del yacimiento.

Los análisis polínicos, efectuados en Meirama, nos han datado la base del yacimiento como perteneciente al Oligoceno Superior y la parte alta del yacimiento como Mioceno Medio-Mioceno Superior. Durante el Cuaternario debió existir un régimen de turbera en la cuenca, como pone de manifiesto la existencia de Lycopodium clavatum, Pinus, Fraxinus excelsior, Nymphaea candida, etc. Por tanto y como aportación nueva en la datación, podemos afirmar: las bases de los yacimientos de Puentes de García Rodríguez y Meirama tienen la misma edad geológica. La flora en Meirama la podemos clasificar en cuatro Grupos que, de muro a techo son:

1) Flora correspondiente al Oligoceno Superior. Entre las especies principales se tiene: Rollenites iliacus, maternus y pulvinus (abundantes), el tricolporopollenites sp. y constalus, etc.

2) Flora correspondiente al Mioceno Inferior. Entre las especies principales están: Pollenites ca-

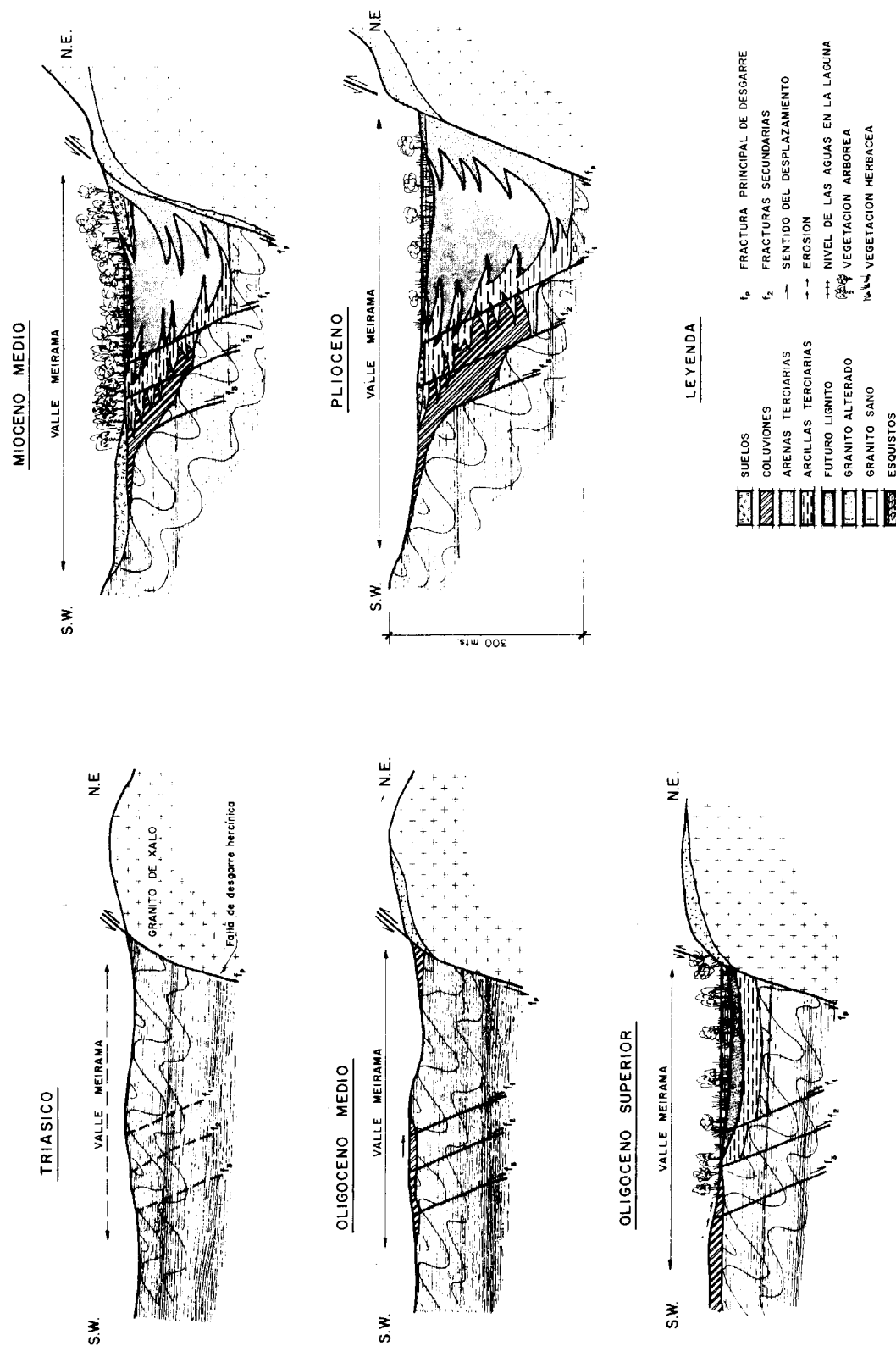


Figura 3.—Evolución geológica de la Cuenca de Meirama a lo largo de un perfil NE-SW. desde el Triásico al Cuaternario.

llidus y el coryphaeus (abundantes). Corrugastisporites haradas (abundante) y Faguspollenites verus (abundante).

3) Flora correspondiente al Mioceno Medio. Entre las especies principales están: Abiespollenites absolutus, Monosulcites máxima y Pollenites acastus.

4) Flora correspondiente al Plio-Cuaternario. Entre las especies principales están: los abedules (Bétula tortuosa y Bétula verrucosa), acuáticas (Nymphaea candida), sauces (Salix repens) y hayas (Nothofagus cliffortioides).

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere agradecer a: LIMEISA (Lignitos de Meirama, S. A.) el interés, facilidades y ayudas otorgadas para la investigación del Valle de Meirama.

A don Indalecio Quintero, Catedrático de la E. T. S. I. de Minas de Madrid, el interés incondicional prestado.

BIBLIOGRAFIA

ALPERN, B.: «Contribution a l'étude palynologique et petrographique des charbons français», París (1959).

BIROT, P., y SOLÉ SABARIS, L.: «Recherches Morphologiques dans le Nord-Ouest de la Peninsule Iberique». *Publ. Inst. Geológico*, núm. 211, Universidad de Barcelona (1954).

BRELL PARLADE, J. M.: «Estudio litoestratigráfico del Terciario del Oeste de Asturias y Galicia». *Facultad de Ciencias*, Madrid (1972).

CARLE, W.: «Las rías bajas gallegas». *Estudios geográficos*, núm. 36, Madrid (1949).

LUCAS, J.; NONN, H., y PAQUET, H.: «Presence de niveaux a sépiolite et attapulgite dans les sédiments Tertiaires de Galice (España)». *Bull. Serv. Geol. Alsace*, t. XVI, Strasburgo (1963).

MATTE, PH.: «La structure de la virgation hercynienne de Galice». *Universidad de Grenoble* (1968).

MEDUS, J.: «Contribution palynologique à la connaissance de la flore et de la végétation Neogene de l'Ouest de l'Espagne: étude des sédiments récents de Galice». *Tests. Universidad de Montpellier* (1965).

MEDUS, I., y NONN, H.: «Premiers résultats d'analyses polliniques a Puentes de García Rodríguez (Galice) et conclusions geomorphologiques qui en découlent». *Academia de Ciencias de París*, t. 256 (1963).

NONN, H.: «Les regions costieres de la Galice (Espagne). Etude geomorphologique». *Facultad de Letras de Strasbourg*, t. III (1966).

NONN, H., y MEDUS, I.: «Primeros resultados geomorfológicos y palinológicos de la cuenca de Puentes de García Rodríguez (Galicia)». *N. y C. del IGME*, núm. 71, Madrid (1963).

PARGA PONDAL, I.: «El relieve geográfico y la erosión diferencial de los granitos de Galicia». *Editorial Galaxia* (La Coruña) (1958).

Recibido: Noviembre, 1978.

Estudio de las mineralizaciones de plomo-zinc-cobre del Permotriás del Complejo Maláguide en los alrededores de Vélez Rubio (Almería) (*)

A. CARRASCO CANTOS (**), R. CASTROVIEJO BOLIBAR (**), M. C. FERNANDEZ-LUANCO (**), L. MARTIN GARCIA (**), y S. RIOS ARAGÜES (**)

RESUMEN

Tras un breve encuadre geológico regional del área estudiada, se comentan someramente las características del Complejo Maláguide en las inmediaciones de Vélez Rubio.

Posteriormente se describen los aspectos litoestratigráficos y sedimentológicos de los materiales permotriásicos del Complejo Maláguide, con los cuales se ligan las mineralizaciones de Pb-Zn-Cu objeto de esta nota. Se distinguen cinco tramos litológicos fundamentales, que han sido correlacionados entre las diversas zonas con indicios de Pb-Zn. Los estudios sedimentológicos parecen indicar que la sucesión de estos tramos constituye una secuencia positiva que abarca desde depósitos típicamente fluviales a sedimentos formados en medio lacustre o de aguas marinas someras.

La mineralización, sobre todo de Pb, es objeto de un detallado estudio mineralógico y textural, en el cual se apoya la interpretación genética, que aboga por un origen sedimentario de la misma.

ABSTRACT

A short introduction to the regional geology of the area is presented here, the characteristics of the «Complejo Maláguide» in the vicinity of Vélez Rubio also being briefly reviewed.

The studied Pb-Zn-Cu ores are connected to the Permotriassic materials of the «Complejo Maláguide», whose lithoestratigraphic and sedimentological aspects are herein described. Five fundamental lithological levels are distinguished, the relationship of which with the different Pb-Zn mineral-bearing zones is established. The sedimentological history shows that they are probably due to a positive sequence, which consists of deposits ranging from typically fluvial to lake or shallow sea sediments.

A detailed study of the mainly Pb bearing ore minerals has been done and its different structures and fabric-types are shown.

A sedimentary genesis is postulated for the ores.

1. INTRODUCCION

Alfonso de Sierra, en su obra «Hierros de Almería y Granada», cita la existencia de plomo y cobre en los parajes del Cerro de Las Animas, Cerros de La Monja y El Fraile, entre Chirivel y Vélez Rubio.

Desde la confección del Mapa Metalogenético de España a escala 1:200.000, hoja núm. 78 (BAZA) en el año 1971, se mantuvo cierta atención a los

numerosos indicios de mineralización existentes, interés que se corroboró posteriormente durante el desarrollo de trabajos para la realización de la hoja núm. 974 (Vélez Rubio) elaborada por ENADIMSA (año 1973) para el Mapa Geológico Nacional (MAGNA) a escala 1:50.000.

La mineralización, difícil de identificar por el grado de oxidación en superficie de los sulfuros, no pasó desapercibida a los mineros antiguos, que intentaron a finales de siglo pasado y principios del actual la explotación de aquellas bonanzas que resultaban beneficiables en la medida de la tecnología de la época.

Así, en el Cerro de Las Animas, en el año 1874, se demarcaron las concesiones «Divina Providencia» y «San Francisco», y al año 1900 pertenecen

(*) Los autores agradecen al INI y a la E. N. Adaro su autorización para publicar esta nota. Asimismo agradecen su contribución al desarrollo y/o programación de los trabajos realizados a los señores J. Armengot, J. Iglesias, P. Martín y R. del Rey.

(**) Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A.

las denominadas «Municiones», «Virgen de los Dolores», «Milagro de San Antonio» y «El Carmen de San Diego». Toda la minería existente se centró en la realización de varios pozos, de labores de escaso desarrollo longitudinal y vertical y en la apertura de dos canteras.

Esta publicación ofrece una interpretación geológico-metalogénica, que es fruto de los trabajos que la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras ha desarrollado en torno a estas mineralizaciones, principalmente durante 1977.

2. ENCUADRE GEOLOGICO REGIONAL

Los indicios de Zn-Pb-Cu se encuentran en las inmediaciones de Vélez Rubio, en la cordillera Bética (fig. 1).

Las unidades litoestratigráficas en la transversal de Vélez Rubio corresponden a distintas unidades tectónicas mayores (de Norte a Sur: Zona

Subbética, Complejo Maláguide y Complejo Alpujárride). Entre el Subbético y el Bético de Málaga existe un número de formaciones de edad Terciaria, llamadas Unidades Intermedias. Su asignación a una u otra de las zonas anteriormente citadas está sometida aún a discusión.

Las mineralizaciones de Pb-Zn-Cu, van ligadas a varios tramos litológicos del Permotriás del Complejo Maláguide.

Los materiales maláguides se disponen, en las inmediaciones de Vélez Rubio, a lo largo de una estrecha banda. Dicha banda está limitada al Sur por una falla regional muy rectilínea, en la que, en algunos puntos (p. e., en la carretera a unos 1,5 Km. al SE de Vélez Rubio) hemos observado estrías subhorizontales. Presenta una dirección media N 70 E y aparece como falla inversa separando al Sur el Complejo Alpujárride, en el que DEVRIES y ZWAAN (1967) distinguen las siguientes formaciones:

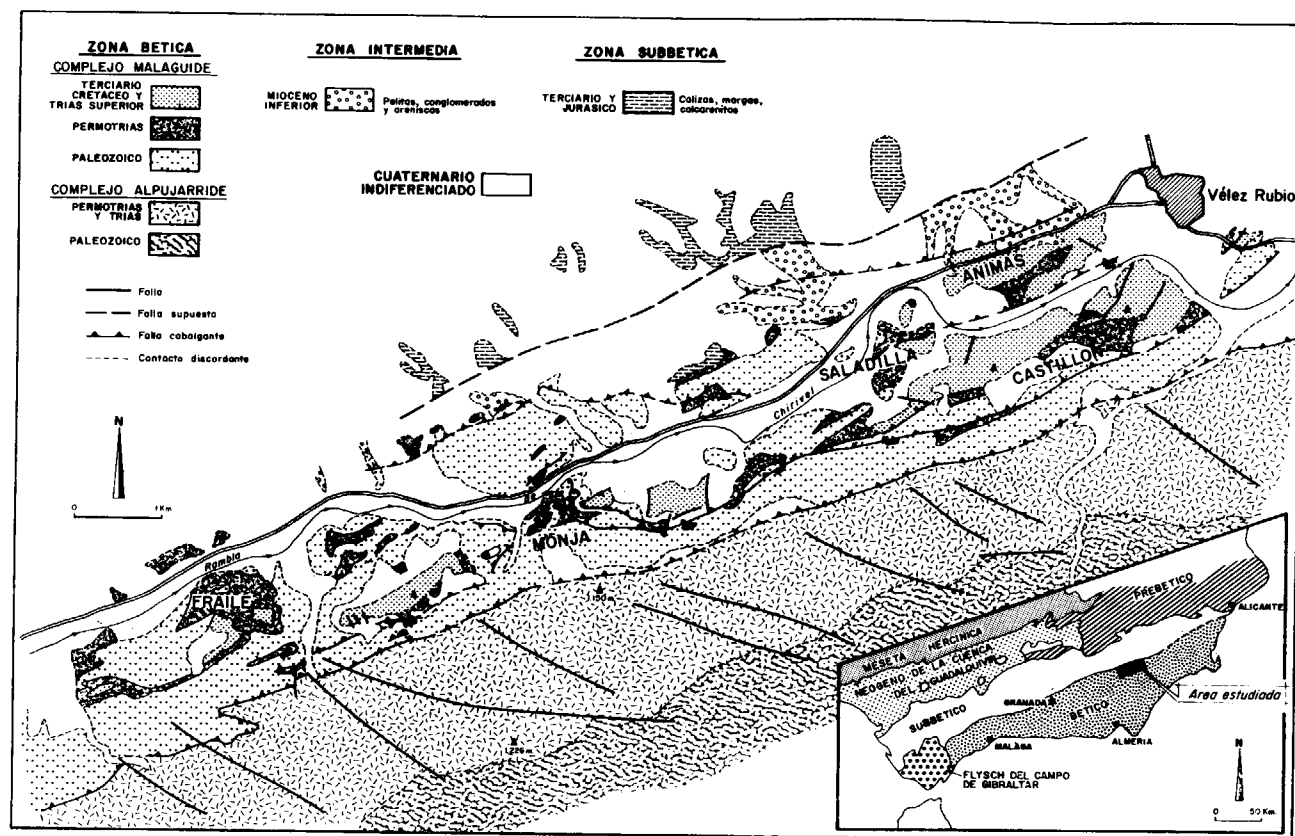


Figura 1

Bosquejo geológico de las zonas con mineralizaciones de Pb-Zn-Cu (simplificado a partir del MAGNA, Hoja número 974).

- Formación Estancias (Triásico). Calizas y Dolomías, con restos de Crinoides, fragmentos de conchas y algas calcáreas.
- Formación Tonosa (Permotriásico). Filitas grises y azuladas, cuarcitas y filitas aceradas y metabasitas.
- Formación Los Morenos (Devono-Carbonífero). Filitas con grafito y cuarcitas, metabasitas.
- Formación Montesinos (Paleozoico y más antiguo). Micasquistos y cuarcitas. Micas con granate y metabasitas.

Al Norte, el Complejo Maláguide está separado del Subbético por el Corredor de Vélez Rubio (unidades intermedias), bajo el cual ANDRIEUX y col. (1971) deducen el borde N de la sub-placa de Alborán, que habría funcionado en esta zona como falla de desgarre dextra, y que separa la zona interna (Bético s. str.) de la zona externa (Subbético-Prebético).

Se ve, pues, que las mineralizaciones de Pb-Zn-Cu se ubican en los materiales alóctonos maláguides a lo largo de un estrecho corredor de unos 2,5 Km. de anchura, limitado por fallas regionales importantes. Ello dificulta en extremo cualquier reconstitución paleogeográfica.

La serie Maláguide, en los alrededores de Vélez

Rubio, se encuentra por ello sumamente trastornada por fallas de todo tipo, abundando las cabalgantes con buzamiento Norte. Se distinguen tres formaciones:

- Paleozoico (formación Piar de T. GEEL, 1973). Formación potente de pizarras y arenisca con cantidades menores de calizas y filitas de edad Silúrico a Carbonífero. Su base es desconocida. A techo se encuentran generalmente niveles de conglomerados con fragmentos de calizas fosilíferas.
- Permotriás (formación Saladilla). Por ser la portadora de la mineralización, se describe con detalle en el apartado 3. En la base se encuentran casi siempre conglomerados.
- Materiales superiores (formación Castillón). Fundamentalmente compuesta de calizas y dolomías. Se le asigna una edad comprendida entre el Triás Superior y el Cretácico Inferior. La potencia varía de 50 a 300 m.

3. CARACTERES LITOSTRATIGRAFICOS DEL PERMOTRIAS MALAGUIDE

3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS SERIES

En la figura 2 se muestran los perfiles litológicos esquemáticos de los distintos sectores.

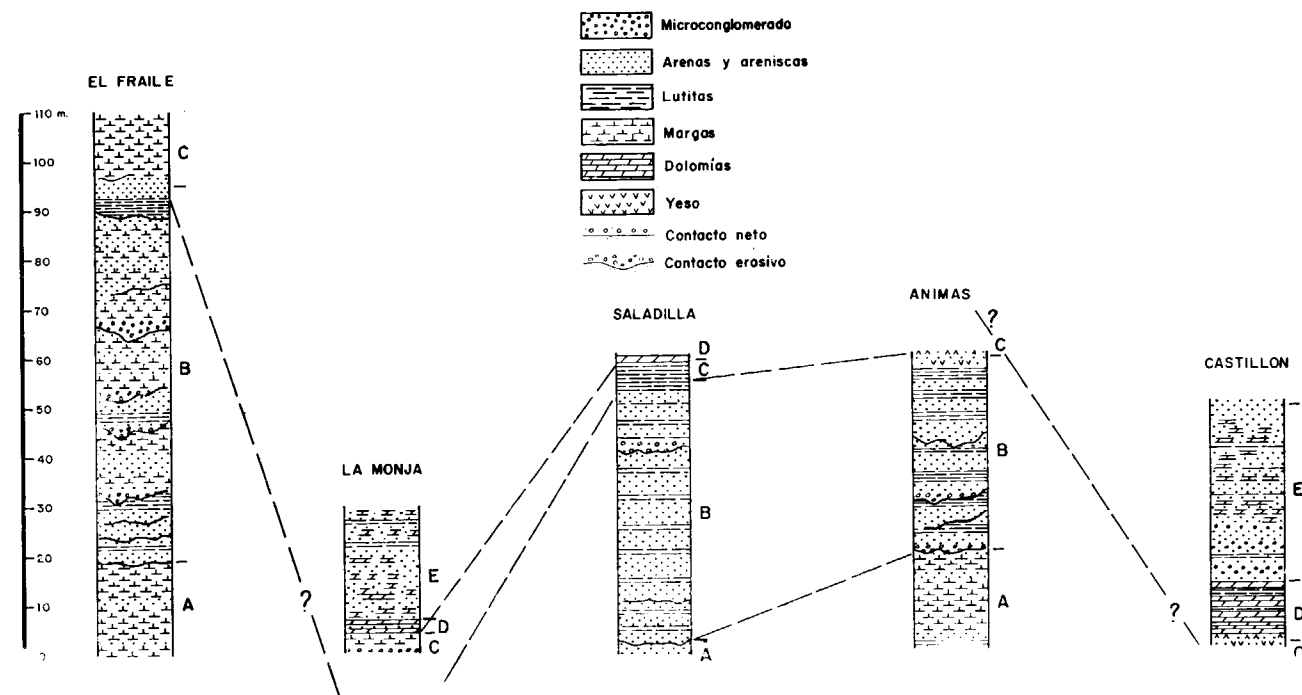


Figura 2

Secciones estratigráficas esquemáticas del Permo-Triás.

Se han realizado varios cortes litoestratigráficos de detalle, a escala 1:100 y 1:50, según las condiciones de observación, distribuidos en los distintos sectores en que se divide la zona de estudio (El Fraile, La Monja, Saladilla, Animas y Castillón) (fig. 1). Excepto en las realizadas en Las Animas, todos los cortes se han efectuado en las calicatas abiertas para la investigación minera, lo que supone una cierta dificultad para la observación de las estructuras sedimentarias primarias de mayor escala.

El estudio de campo se ha completado con análisis de laboratorio (granulometría, estudio petrológico en lámina transparente).

Se pueden distinguir cinco tramos, si bien la correlación establecida entre los distintos sectores es meramente hipotética, ya que no se poseen datos suficientes para establecerla con carácter definitivo.

A los tramos distinguidos se les denomina, de muro a techo:

- A) Lutitas, margas y arenas de color rojizo.
- B) Conglomerados, arenas y areniscas de colores variados, predominando los pardos y rosáceos con pasadas lutíticas de tonos claros.

En este tramo son muy abundantes los depósitos de relleno de canales.

- C) Margas, arcillas y lutitas con yeso disperso.
- D) Tramo dolomítico, que incluye dolomías de color gris verdoso a pardo con abundantes dendritas de manganeso. Son frecuentes también los niveles yesíferos, que llegan a ser muy abundantes y con carácter masivo en el sector del Castillón.

- E) Conglomerados, arenas y areniscas con cemento dolomítico. Hay pasadas lutíticas.

Tramo A

Está bien representado en el sector del Fraile y de Las Animas; constituido por arenas, lutitas y margas, con algunas pasadas conglomeráticas. La composición mineralógica media de las areniscas para los constituyentes fundamentales es de 50 por 100 de cuarzo, 3 por 100 de feldespatos, 7 por 100 de fragmentos de roca (fundamentalmente metamórfica). Como accesorios y por orden

de abundancia hay micas y turmalina. Poseen cemento carbonatado muy abundante y frecuente matriz arcillosa. Siguiendo la clasificación de R. Folk, se incluyen en el grupo de las cuarzarenitas con feldespatos y fragmentos de rocas.

Los conglomerados están constituidos esencialmente por cantos de cuarzo, metacuarcitas y chert; bastante mal calibrados y poco redondeados.

Los niveles lutíticos, mejor representados que los conglomerados y areniscas, corresponden a margas y lutitas ferruginosas con cemento carbonatado. La fracción más gruesa está formada por cuarzo y escasos feldespatos calcosódicos; la matriz arcillosa aparece impregnada de óxidos de hierro, existiendo micas de disposición laminar. El redondeamiento es malo.

Las estructuras sedimentarias primarias no son muy abundantes; sólo se encuentran algunos ejemplos de megaestratificación cruzada debida a migración de ripples y laminación; esto, junto con la coloración roja, pobreza de calibrado y la presencia de secuencias de conglomerados, arenas y lutitas, nos hace pensar en un medio ambiente de depósito típico de pie de monte o de abanico aluvial, en un clima probablemente semiárido, con corrientes episódicas y «mud-flows».

Tramo B

Consideramos como tramo B al conjunto de conglomerados, arenas y areniscas de colores diversos, tonos claros y con un marcado carácter fluvial.

Los conglomerados están constituidos por cantos predominantemente de cuarzo y cuarcitas con tamaños medios de 0,5 a 1 cm., por lo general con grandes romboedros de dolomías y óxidos de hierro de distribución irregular. La matriz es areniscosa y mineralógicamente constituida por cuarzo (40 por 100), feldespatos (6 por 100) y fragmentos de rocas metamórficas (y en menor proporción chert, 1 por 100) y arcillas. Se observa una heterometría muy marcada, que puede deberse a la fracturación de granos tras el depósito; esto hace que el grado de redondeamiento varíe considerablemente según el tamaño.

Las arenas y areniscas mineralógicamente están constituidas por cuarzo (75-90 por 100), feldespatos (5-15 por 100), fragmentos de rocas metamórficas (2-9 por 100) y chert (1-3 por 100), como

elementos fundamentales. Como accesorios: opacos, micas, turmalina, zircón y rutilo, todo ello cementado por carbonatos. Los granos de cuarzo se presentan rotos en fracturas paralelas y corroídos por los cementos carbonatados. A veces se observan indicios de un segundo ciclo de sedimentación; es decir, granos redondeados, recrecidos, rotos y redondeados de nuevo antes de un segundo depósito.

Los feldespatos son tanto potásicos (microclina y ortosa), como calcosódicos maclados, algo alterados y corroídos.

Hay dos tipos de cemento carbonatado: dolomítico y calcítico. En algunas muestras coexisten ambos, en cuyo caso, el cemento calcítico es posterior al dolomítico. A veces aparece cemento ferruginoso.

En algunas muestras se observa la existencia de una matriz sericítica que procede de la alteración de los feldespatos.

Por último hay que señalar la presencia en algunas muestras de nódulos o concreciones carbonatadas propios de paleosuelos en climas áridos. Dichas concreciones parecen redepositadas.

En cuanto a los niveles lutíticos presentan idénticas características que las señaladas para el tramo A.

Son muy frecuentes las estructuras sedimentarias primarias, fundamentalmente la megaestratificación cruzada, tanto tabular como en surco, laminación, ripples, «climbing ripples», «scour and fill», etc.

Todo este tramo corresponde a secuencias fluviales, pudiéndose distinguir como subambientes fluviales los depósitos de rellenos de canal (paleocanales) y depósitos típicos de «overbank», y/o llanura de inundación.

Es difícil deducir si los rellenos de canales son propios de ríos meandriformes o de ríos anastomosados, ya que faltan o no se observan con claridad secuencias de acreción lateral propios de ríos meandriformes o depósitos de barros propios de ríos anastomosados. En todo caso, la ausencia de elementos groseros, la poca importancia de los depósitos de «channel lag», la relativa madurez textural de los sedimentos y la existencia de «climbing ripples», nos hace pensar en ríos de

poca energía, próximos a la desembocadura, que podría situarse en aguas marinas someras o en un gran lago.

La dirección de las paleocorrientes, obtenida a través del estudio de la estratificación cruzada y ripples, indican un sentido de aportes con componente S.-N. (N. 20 W. a N. 30 E.); por supuesto que estas medidas se refieren a la situación actual de los cuerpos sedimentarios, sin considerar la tectónica que ha afectado a estos materiales tras su depósito.

El tramo B sólo se encuentra representado en los sectores de El Fraile, La Saladilla y Las Animas. En El Castillón, la presencia de cuerpos areniscosos con características semejantes, podría atribuirse a dicho tramo, sin embargo, existe la duda de la posición relativa de los distintos cuerpos, debido a la existencia de fracturas que han podido afectar a estos materiales.

Tramo C

Está representado en todos los sectores estudiados, si bien con distinto desarrollo.

Litológicamente está compuesto por margas y lutitas con yeso disperso, de colores abigarrados.

Pueden considerarse como la transición entre el ambiente típicamente fluvial en que se depositan los materiales del tramo B y el medio de aguas someras lacustres en que se han formado los yesos masivos y dolomías del tramo suprayacente; por ello podríamos incluirlos en el ciclo fluvial, como culminación del mismo.

Tramo D

Constituido por dolomías y yesos. Aparece muy bien representado en El Castillón, y con menor desarrollo en La Saladilla y La Monja. Hay dolomías uniformes de grano muy fino (dolomicritas), bien estratificadas, y sin aportes terrígenos, en las que se observa un cemento dolomítico de grano grueso, con el cual coexisten cubos de galena, que llegan a tener hasta varios milímetros de arista.

También existe otro tipo de dolomía, de color castaño verdoso, de grano grueso y con restos de estructuras posiblemente orgánicas del tipo «algal mats».

Junto con las dolomías aparecen yesos, que en

El Castellón llegan a ser masivos y de cierta potencia.

Estos materiales pueden haberse depositado en un medio ambiente de aguas marinas someras o bien lacustre, aunque la presencia de yesos nos hace pensar en un medio preferentemente marino somero restringido, de tipo evaporítico.

Tramo E

Representado solamente en La Monja y El Castellón. Está constituido fundamentalmente por conglomerados y areniscas, a veces con abundante cemento dolomítico, con romboedros de dolomías zonados y con óxidos de hierro. Existen pasadas lutíticas, poco abundantes. Mineralógicamente, las areniscas están formadas por cuarzo (85 por 100), feldespatos (5 por 100) y fragmentos de rocas (5 por 100) con concreciones carbonatadas rodadas.

Los conglomerados, a veces muy cementados, están formados por fragmentos de cuarzo lechoso, jaspe rojo, cuarcitas, chert negro y fragmentos de rocas volcánicas amarillentas. Con mucha menor frecuencia se observan algunos fragmentos de rocas carbonatadas.

La existencia de megaestratificación cruzada de muy poco ángulo, las facetas texturales que presentan los cantos, propias de un medio agitado (tal vez costas), la abundancia de cemento, así como la posible bioturbación, hace pensar que el medio ambiente de depósito para este tramo sea marino de playa.

3.2. CONCLUSIONES ESTRATIGRÁFICAS

Todo parece indicar que la sucesión de tramos desde el A al E, constituye una secuencia positiva que abarca desde depósitos típicamente fluviales a sedimentos formados en medio lacustre o de aguas marinas someras. Es en el sector de La Saladilla donde la secuencia es más completa, por lo que nos basamos en ella para establecer la correlación con los demás sectores. El problema puede plantearse en la zona de La Monja y El Castellón, donde al parecer sólo son observables los términos finales de esta secuencia transgresiva. Cabría pensar que la ausencia de los tramos fluviales en esta zona obedezca a hechos tectónicos; pero el contacto con términos infrayacentes no parece tener este origen, por lo que nos sen-

timos inclinados a considerar como hipótesis más probable el hecho de que en los sectores indicados únicamente se depositaran sedimentos sólo durante la última fase de la evolución secuencial representada, por lo cual los materiales de dichos sectores serían correlacionables con los tramos superiores de La Saladilla.

Hemos de considerar también que en Las Animas falta todo el tramo evaporítico suprayacente a las areniscas mineralizadas; esto puede deberse, como hipótesis más verosímil, a la existencia de importantes accidentes tectónicos que eliminan parte de la serie.

4. ESTUDIO DE LAS MINERALIZACIONES

La mineralización sólo aparece en dos tipos de rocas: areniscas y dolomías —empleamos aquí estos términos en su acepción más general, sin tener en cuenta las particularidades y variaciones que pueden existir y que ya se han expuesto—, apareciendo las primeras mineralizadas en los Cerros de Las Animas, La Saladilla, La Monja, El Fraile y Castellón, mientras que las segundas sólo lo están en este último.

Referiremos, por tanto, el estudio metalogénico a estos dos tipos de mineralización, comenzando por una breve descripción general, para hablar luego de aquellas zonas que tuviesen alguna particularidad digna de mención y proponer, finalmente, una interpretación genética de estos depósitos. En el estudio microscópico que sigue, y por lo que se refiere a la petrografía, nos limitaremos a destacar o recordar los aspectos que puedan tener algún significado metalogénico.

4.1. BREVE DESCRIPCIÓN MESOSCÓPICA DE LAS MINERALIZACIONES. ARENISCAS. DOLOMIAS.

Areniscas

En los niveles mineralizados —blancos, grisáceos o amarillos—, que llamamos «areniscas blancas», se observan abundantes rasgos sedimentarios primarios, por ejemplo estratificación cruzada, que a veces aparece resaltada por un fino punteado negro que a simple vista aparece debido a la galena, pero que al microscopio se revela ser debido generalmente a minerales titaníferos (rutilo, esfena, etc.), como puede también compro-

barse en el campo con los reactivos adecuados. No obstante, la mineralización es también visible a simple vista, ya sea en formas elongadas o vetillas (inferiores a 1 cm. de potencia siempre, generalmente de pocos milímetros), ya en diseminaciones o «nubes», ya en una especie de nódulos negros redondeados, cuyo diámetro suele ser de algunos milímetros, aunque excepcionalmente puede pasar del centímetro, ya como impregnación (minerales de cobre).

Dolomías

El caso más general es el de una roca gris, homogénea y de grano fino, más o menos tectónica, que en algunas zonas contiene cristales de galena que llegan a tener algunos milímetros de diámetro y tienden al idiomorfismo. Observando con atención puede apreciarse que estos cristales se sitúan generalmente en fracturillas, en las que hay también dolomita recristalizada.

La roca está a veces brechificada y también mineralizada.

También se ha encontrado galena relativamente abundante en otra roca dolomítica, brechificada, cuya adscripción al nivel precedente es dudosa.

4.2. ESTUDIO MICROSCÓPICO. ARENISCAS. DOLOMIAS.

Cuanto sigue se refiere exclusivamente a los niveles mineralizados.

4.2.1. Areniscas

La observación microscópica prueba la actuación de una tectónica intensa. Además, aparte la frecuente alteración a productos arcillosos, los feldespatos parecen haber sufrido a veces acciones metasomáticas (p. ejem., potasificación de la albita).

En algunos casos se ha visto algo de materia orgánica diseminada y también una ligera impregnación de pirita en la roca.

Minerales de Cu

Sólo abundan en dos zonas: los cerros de Las Animas y de La Saladilla, donde se presentan formando parte del cemento y soldando granos detríticos o fragmentos de microbrechas, aunque algunas veces también rellenan vetillas a escala

microscópica (removilización tectónica); en general, puede decirse que forman una impregnación de riqueza muy variable (el cemento puede llegar a estar formado por azurita o malaquita puras, pero sólo a escala microscópica), ocasionalmente asociada con minerales descendentes de hierro (limonita, jarosita...) y que suele preceder a la mineralización de Pb, desde el punto de vista estratigráfico (en La Saladilla hay una zona en que coexisten ambas mineralizaciones, pero al ascender desaparece el Cu). Predominan las formas oxidadas (malaquita, azurita, crisocola), sobre todo los carbonatos, pero también se ven sulfuros (calcosina, covelina), aunque éstos son más escasos. No es raro que los carbonatos de Cu y Pb aparezcan asociados; también se encuentra calcosina asociada con galena, alrededor de la cual se deposita a veces en forma de corona o halo, pero esto está ligado ya a procesos de cementación, desde el punto de vista genético (fig. 3).

Aparte de estas mineralizaciones, predominantemente cupríferas, aparecen también calcosina y covelina como acompañantes (ocasionales y escasos) de galena en las zonas plumbíferas.

Minerales de Zn

El único cuya presencia en superficie se ha podido comprobar (microscópicamente y por difracción de Rayos X) es smithsonita, que aparece mezclada con otros carbonatos —entre ellos ceru-



Figura 3

Galena (blanca), rodeada de calcosina (gris claro) y parcialmente alterada a cerusita (gris); obsérvese cómo los granos de cuarzo (grisáceo) han sido corroídos por la mineralización. Muestra de arenisca tomada en los indicios cupríferos de Saladilla. Luz reflejada, N//.

barse en el campo con los reactivos adecuados. No obstante, la mineralización es también visible a simple vista, ya sea en formas elongadas o vetillas (inferiores a 1 cm. de potencia siempre, generalmente de pocos milímetros), ya en diseminaciones o «nubes», ya en una especie de nódulos negros redondeados, cuyo diámetro suele ser de algunos milímetros, aunque excepcionalmente puede pasar del centímetro, ya como impregnación (minerales de cobre).

Dolomías

El caso más general es el de una roca gris, homogénea y de grano fino, más o menos tectonizada, que en algunas zonas contiene cristales de galena que llegan a tener algunos milímetros de diámetro y tienden al idiomorfismo. Observando con atención puede apreciarse que estos cristales se sitúan generalmente en fracturillas, en las que hay también dolomita recristalizada.

La roca está a veces brechificada y también mineralizada.

También se ha encontrado galena relativamente abundante en otra roca dolomítica, brechificada, cuya adscripción al nivel precedente es dudosa.

4.2. ESTUDIO MICROSCÓPICO. ARENISCAS. DOLOMÍAS.

Cuanto sigue se refiere exclusivamente a los niveles mineralizados.

4.2.1. Areniscas

La observación microscópica prueba la actuación de una tectónica intensa. Además, aparte la frecuente alteración a productos arcillosos, los feldspatos parecen haber sufrido a veces acciones metasomáticas (p. ejem., potasificación de la albita).

En algunos casos se ha visto algo de materia orgánica diseminada y también una ligera impregnación de pirita en la roca.

Minerales de Cu

Sólo abundan en dos zonas: los cerros de Las Animas y de La Saladilla, donde se presentan formando parte del cemento y soldando granos detríticos o fragmentos de microbrechas, aunque algunas veces también rellenan vetillas a escala

microscópica (removilización tectónica); en general, puede decirse que forman una impregnación de riqueza muy variable (el cemento puede llegar a estar formado por azurita o malaquita puras, pero sólo a escala microscópica), ocasionalmente asociada con minerales descendentes de hierro (limonita, jarosita...) y que suele preceder a la mineralización de Pb, desde el punto de vista estratigráfico (en La Saladilla hay una zona en que coexisten ambas mineralizaciones, pero al ascender desaparece el Cu). Predominan las formas oxidadas (malaquita, azurita, crisocola), sobre todo los carbonatos, pero también se ven sulfuros (calcosina, covelina), aunque éstos son más escasos. No es raro que los carbonatos de Cu y Pb aparezcan asociados; también se encuentra calcosina asociada con galena, alrededor de la cual se deposita a veces en forma de corona o halo, pero esto está ligado ya a procesos de cementación, desde el punto de vista genético (fig. 3).

Aparte de estas mineralizaciones, predominantemente cupríferas, aparecen también calcosina y covelina como acompañantes (ocasionales y escasos) de galena en las zonas plumbíferas.

Minerales de Zn

El único cuya presencia en superficie se ha podido comprobar (microscópicamente y por difracción de Rayos X) es smithsonita, que aparece mezclada con otros carbonatos —entre ellos ceru-



Figura 3

Galena (blanca), rodeada de calcosina (gris claro) y parcialmente alterada a cerusita (gris); obsérvese cómo los granos de cuarzo (grisáceo) han sido corroídos por la mineralización. Muestra de arenisca tomada en los indicios cupríferos de Saladilla. Luz reflejada, N//.

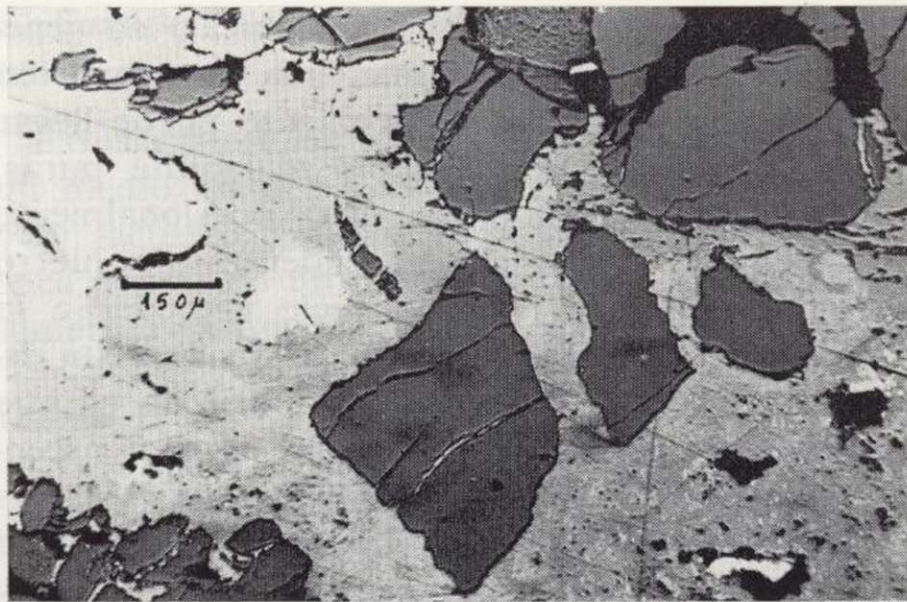


Figura 4

Lentejoncillo de galena (blanca) asociada a covelina (no visible en fotografía) y casi totalmente sustituida por cerusita (gris clara, con diferentes tonalidades debidas al cambio de relieve, y plagada de pequeñas inclusiones residuales de galena); granos detríticos de cuarzo (gris oscuro) tectonizados e intensamente corroídos por la mineralización. Muestra, etc., íd. fig. anterior.

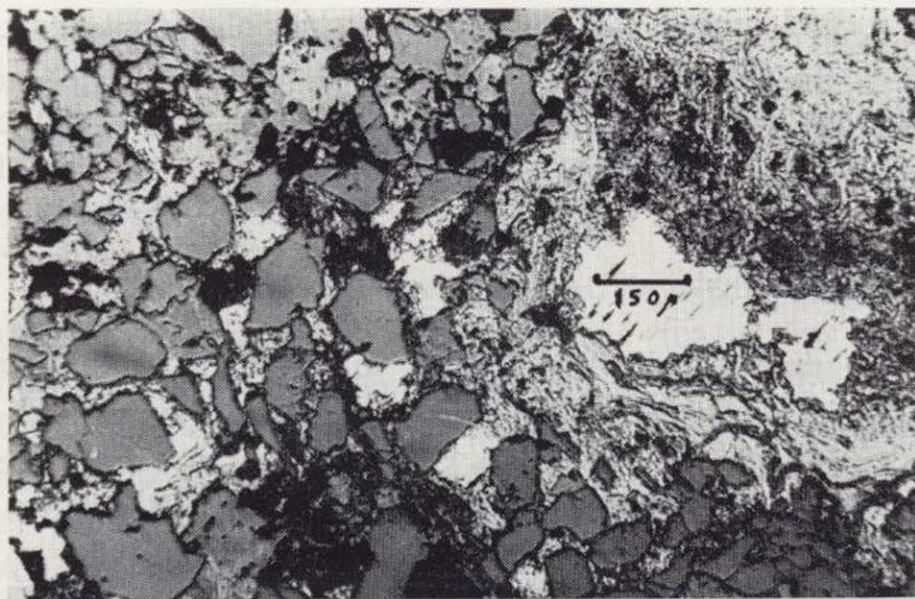


Figura 5

Seudo-veta o lentejoncillo —el estudio microscópico revela que no se trata sino de pequeños desgarres discontinuos— de galena en arenisca: galena (blanca) cementa el cuarzo (gris oscuro) de arenisca y rellena por secreción lateral la fracturilla lenticular, cuya parte final se ve en la fotografía. Corrosión de cuarzo por galena; alteración de ésta a cerusita. Muestra tomada en Cerro Castellón, luz reflejada, N//.

Figura 6

«Nódulo de plomo» en arenisca: granos detríticos de cuarzo (gris oscuro) cementados por galena (blanca), parcialmente sustituida por cerusita (gris claro). Fracturación del cuarzo y corrosión del mismo por galena (ver detalle: fig. 7); algunas de las inclusiones de galena entre los granos de cuarzo podrían ser diagenéticas. Muestra tomada en el Cerro de la Monja, luz reflejada, N//.

sita— y óxidos de origen descendente. No obstante, de los —posteriores— análisis químicos de rozas en areniscas resultaron contenidos de Zn comparables a los de Pb, si bien con una total falta de correlación entre ambos metales (1).

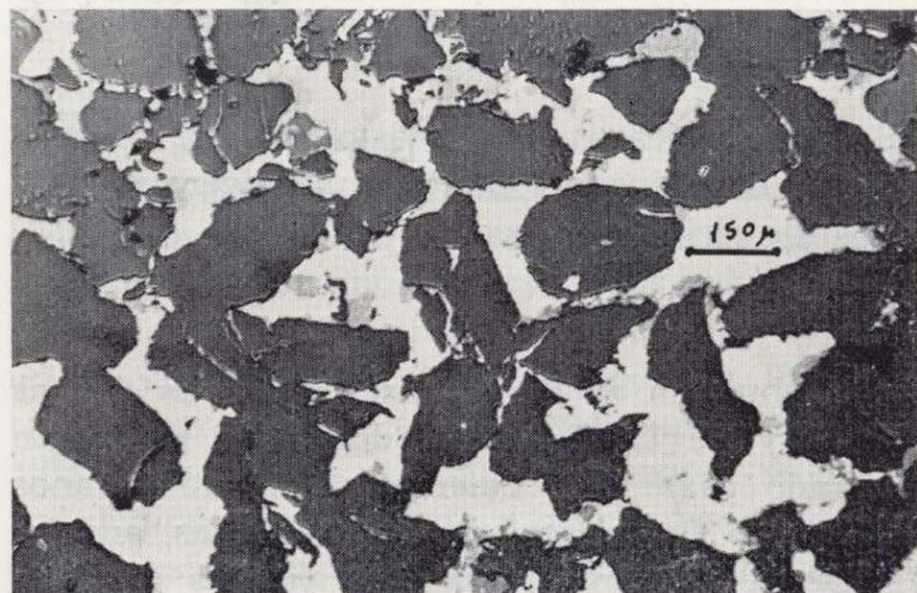
Esto no es difícil de explicar, teniendo en cuenta que el Zn es lixiviado con gran facilidad por oxidación supergénica —favorecida en las porosas y deleznable areniscas—, pudiendo así separarse del Pb —aunque hayan estado asociados genéticamente— y fijarse luego como smithsonita en zonas ricas en carbonatos. El hallazgo de blenda, asociada a la galena, en muestras obtenidas por sondeo —y, por tanto, fuera del alcance de la zona de oxidación superficial— en el mismo nivel de areniscas, confirma esta hipótesis.

Minerales de Pb

Son, con mucho, los más frecuentemente observados y de distribución más amplia. La mineralización es muy monótona: galena y cerusita, con anglesita (?) escasa y ocasional; es posible que la jarosita, que puede encontrarse en pequeñas proporciones, contenga también algo de Pb.

Cerusita suele presentarse en formas coloidales con anglesita ocasional, sustituyendo a galena —de la que pueden quedar restos submicroscópicos que obstaculizan la transparencia del carbonato— en diversos grados, pero a veces forma pequeñas masas independientes (sin galena), que forman parte del cemento, como un carbonato más. También se han observado cristales zonados de galena y cerusita (figs. 9 y 10). En todo caso,

(1) Lo contrario ocurre con los análisis de las rozas de las dolomías, para los que se ha deducido un alto coeficiente de correlación (0,92).



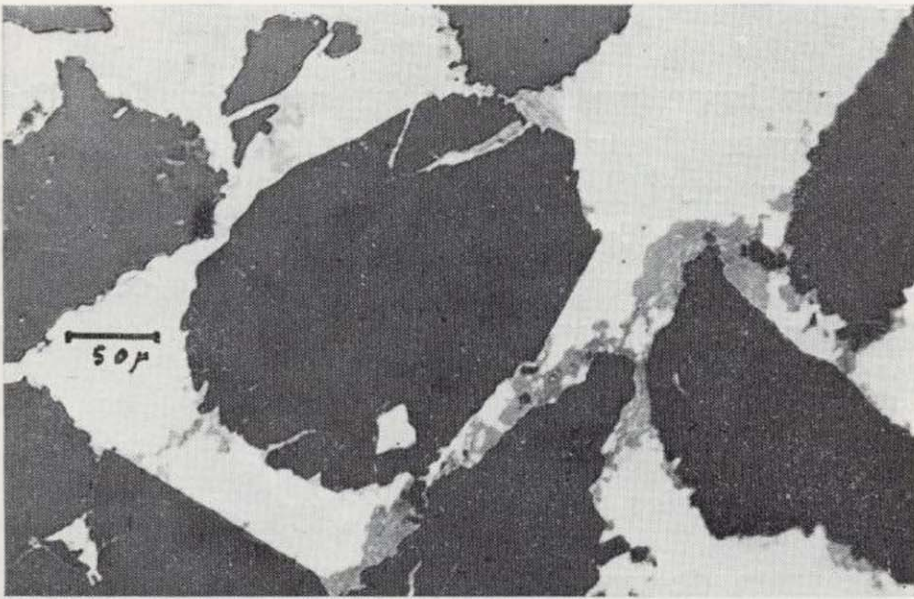


Figura 7
Detalle de la figura anterior.

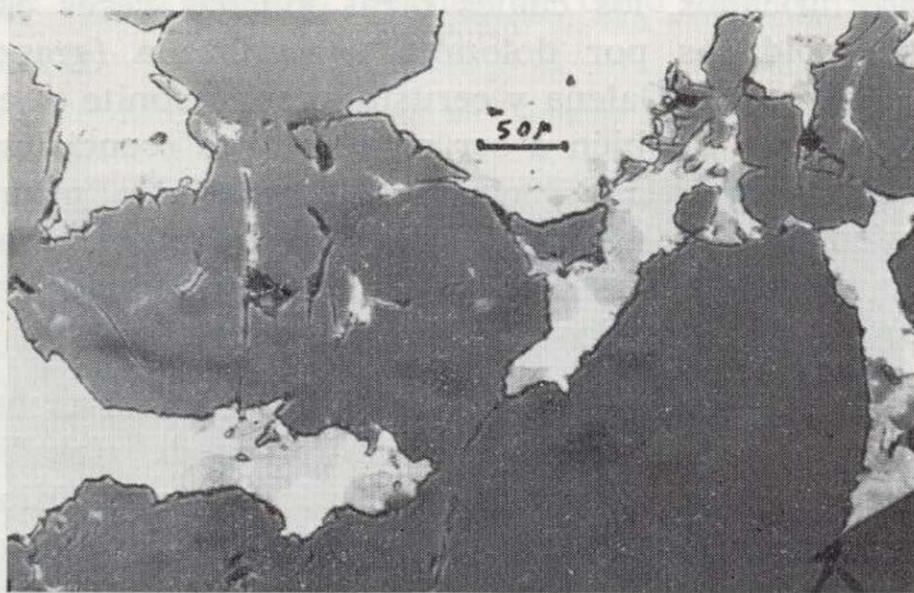


Figura 8
Cuarzo corroído por galena y con inclusiones (diagenéticas probablemente) de este mineral, que se altera parcialmente a cerusita. Muestra, etc., íd. fig. anterior.

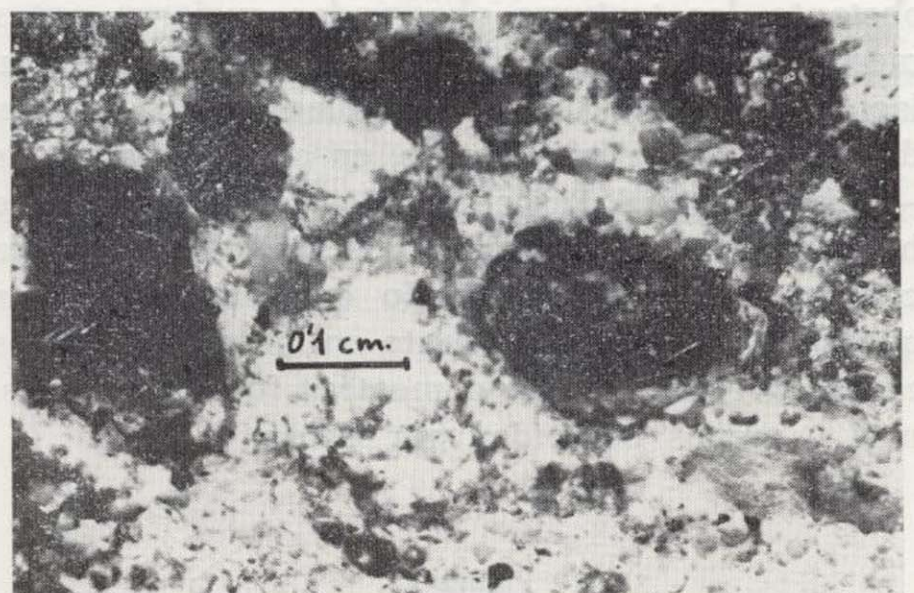


Figura 9
Arenisca (blanca) con formas cúbicas de galena (gris) zonada con cerusita (blanca), las cuales contienen inclusiones de cuarzo detrítico y están parcialmente sustituidas por cerusita coloidal (gris). Muestra íd. figs. 3 y 4, lupa binocular.

se puede afirmar que la mayor parte de la cerusita es secundaria de galena (figs. 3 a 8), o sea, que por lo que se refiere a la génesis de la mineralización, no necesitamos hacer distinción entre ambos minerales cuando la cerusita es pseudomórfica, ni tenerla en cuenta cuando es fruto de procesos descendentes que la hayan depositado alejada de la galena. Por tanto, en las observaciones que siguen —relaciones texturales de la galena, fresca o alterada, con la roca de caja— hablaremos de «mineralización plumbífera» sin especificar, pero teniendo en cuenta cuanto antecede (es decir, nos referiremos a galena o a su sustitución *in situ* por cerusita); dicha mineralización se encuentra de las siguientes formas:

I

Cementando granos detríticos, al tiempo que rellena poros o espacios intergranulares (figs. 5 a 8 y 11); este cemento no suele ser continuo ni siquiera a escala microscópica, sino que se acumula puntualmente, formando lo que antes (*de visu*) se ha designado como «nódulos», los cuales no son sino grupos de granos detríticos aglomerados por un cemento de galena (más o menos alterado a cerusita), en lugar del cemento calcítico o dolomítico que aglomera los granos adyacentes; el tamaño de estos «nódulos de plomo» oscila aproximadamente entre 1 mm. y 1 cm.

II

En fisuras o «vetillas» cuya observación detallada muestra que no son sino desgarres de tensión rellenos de galena (fig. 5). Son discontinuos, a veces incluso a escala microscópica, por lo que es impensable una circulación de fluidos a lo largo de las mismas, tal como se conoce en las mineralizaciones filonianas; no obstante, hemos preferido conservar el nombre de «vetillas» porque es más descriptivo. Aparte de esto, la mineralización rellena también microfisuras que atraviesan granos detríticos, suelda los fragmentos de dichos granos cuando están triturados por acciones tectónicas, etc. (figs. 6 y 7).

III

En forma de películas intergranulares muy finas que cementan los componentes detríticos, pero sin llegar a formar acumulaciones de mena apreciables a simple vista.

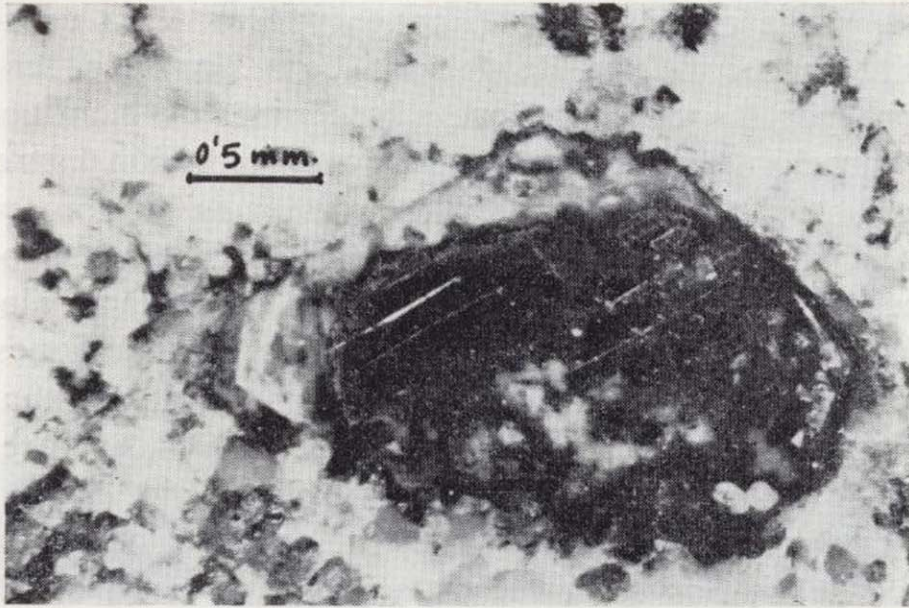


Figura 10
Detalle de figura 9.

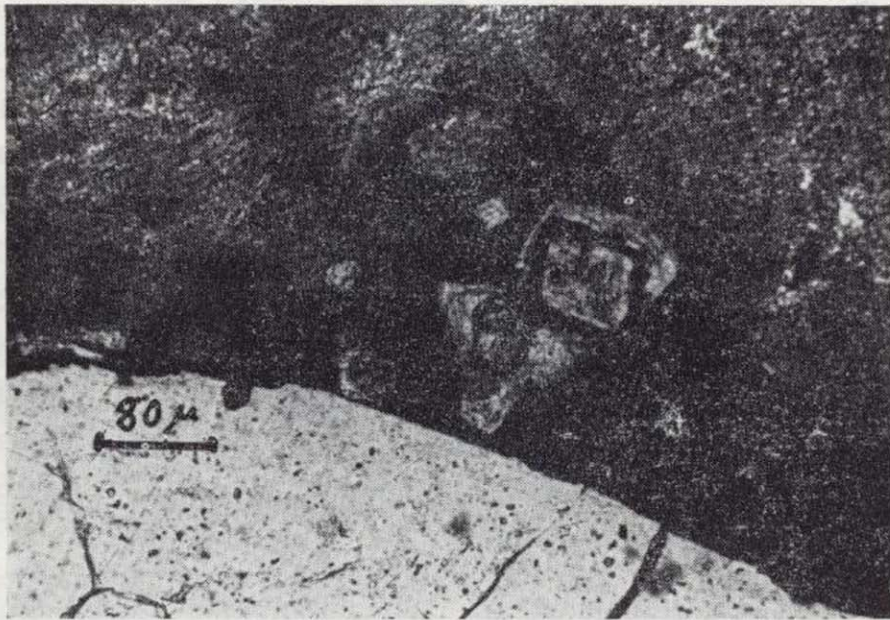
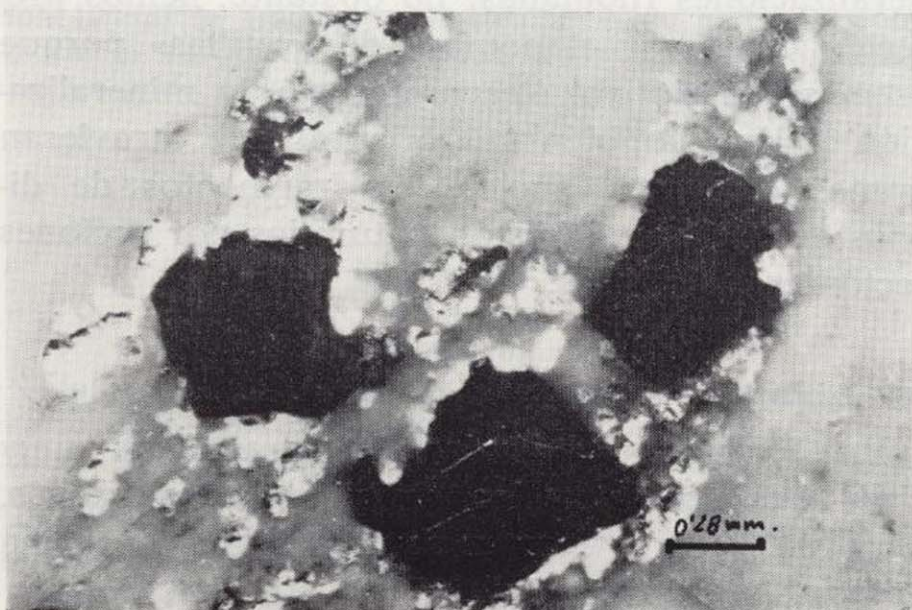


Figura 11

Galena (negra) intersticial entre granos de cuarzo (blanco) y feldespato potásico alterado (gris) con inclusiones romboédricas de dolomita zonada; el mineral (oscuro) que destaca el zonado de la dolomita parece un óxido. Arenisca mineralizada del Cerro Castellón, luz transmitida, NX.



IV

Como impregnación: las ya mencionadas disseminaciones o «nubes», que podrían considerarse como un caso intermedio entre el que antecede y el de los nódulos (el primero descrito), explicable tal vez por una mayor escasez de cemento, que impide la concentración de la galena por falta de espacio.

4.2.2. Dolomías

Se trata de una micrita brechificada y parcialmente recristalizada. El componente es dolomita, pero a veces aparece también calcita, que se introduce como cemento que suelda los fragmentos brechificados, los cuales otras muchas veces están soldados por dolomita removilizada (grano más grueso). Galena y cerusita o smithsonita pueden llegar también a ser componentes esenciales. Otros componentes accesorios son: cuarzo, mica, esfena, rutilo, leucóxeno, limonita, calcosina, blenda, pirita, de los cuales los cinco primeros son detríticos y los dos siguientes, secundarios.

Pirita —generalmente limonitizada en diversos grados— aparece dispersa en forma de globulillos o de pequeños cristales más o menos idiomórficos. La presencia de este sulfuro repartido en la masa dolomítica indica la existencia de un ambiente reductor en la cuenca.

La galena se presenta casi siempre en fisuras, en las que ha cristalizado en granos de buen tamaño, junto con dolomita (figs. 12, 13 y 14). No obstante, las texturas observadas sugieren antes mecanismos de secreción lateral que una circulación libre de fluidos post-diagenéticos, procedentes del exterior. Además, en algunas muestras —si bien a título excepcional— la galena parece haberse formado en la matriz sin relación clara con fracturillas (fig. 16), lo que parece indicar que el Pb ya estaba presente en la roca. En estos casos, la galena tiende a mostrar formas cúbicas, más o menos corroídas por dolomita.

Figura 12

Galena en dolomía. Obsérvese corrosión de formas cúbicas de galena por dolomita y alteración parcial de aquélla a cerusita, así como relación de la mineralización con fracturas (zonas ocupadas por dolomita recristalizada, de grano mayor y más claro en la figura, aunque también se desarrolla exteriormente a las mismas). Cerro Castellón, lupa binocular.

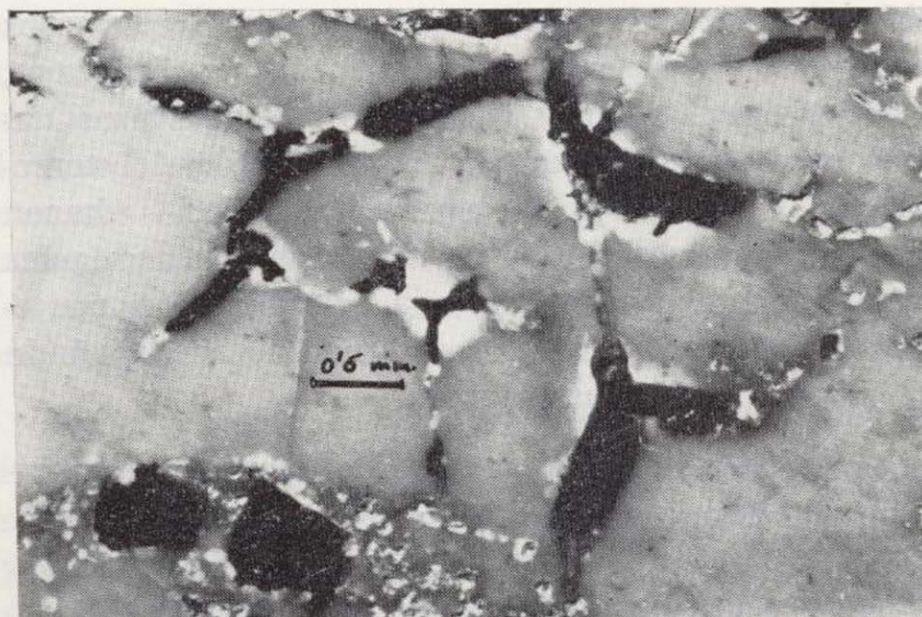


Figura 13

Mineralización plumbífera en vetas (v. leyenda fig. anterior, misma muestra). Dolomías de Cerro Castellón, lupa binocular.

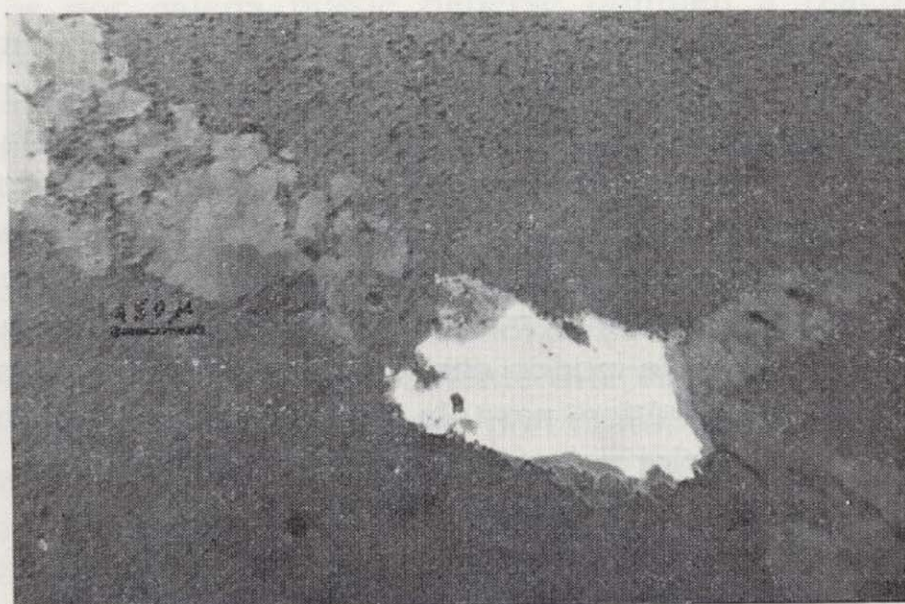


Figura 14

Veta de galena (blanca), con alteración marginal a cerusita (gris), y dolomita (gris, birreflejante) en matriz micrítica de dolomía (gris). La distribución geométrica de los minerales cristalizados no sugiere circulación de fluidos, sino más bien mecanismos de migración por secreción lateral hacia zonas de descompresión. Cerro Castellón, luz reflejada, N//.

Figura 15

Galena (negra) zonada con cerusita (gris, relieve alto) y sustituida parcialmente por ésta, en matriz dolomítica. Cerro Castellón, luz transmitida, N//.

La alteración a cerusita es también aquí muy frecuente: la cerusita puede permanecer *in situ*, como mineral pseudomórfico de galena, o bien impregnar la masa dolomítica. En algunos casos (fig. 15), no se puede excluir la posibilidad de que la cerusita se haya formado como mineral primario, pues es sabido que puede coexistir con galena en ciertos dominios (GARRELS y CHRIST, 1967).

A pesar de su inestabilidad en la zona de oxidación superficial, se han observado algunos cristallitos microscópicos de blenda incluidos en galena —que la protege de la oxidación— y también dispersos en la matriz dolomítica y parcialmente sustituidos por smithsonita, la cual llega a ser relativamente abundante.

4.3. LAS DISTINTAS ZONAS MINERALIZADAS

4.3.1. Las Animas

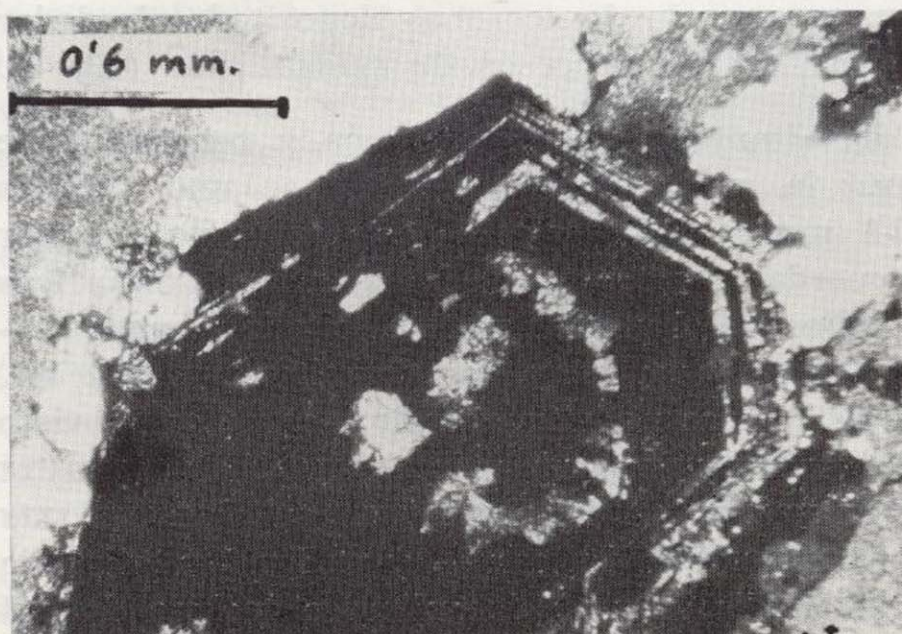
Mineralización plumbífera (sobre todo en las formas I, III y IV de 4.2.1) e indicios de mineralización cuprífera, en relación con niveles de areniscas blancas del Tramo B (epígrafe 3). En las muestras de testigos de sondeos estudiadas aparecen galena y blenda, con indicios de pirita, marcasita, arsenopirita, calcopirita, ilmenita, hematites.

4.3.2. Castellón

Areniscas (del Tramo B)

Mineralización tipos I (fig. 11) y II (fig. 5).

Es evidente que ha habido aquí una fase de



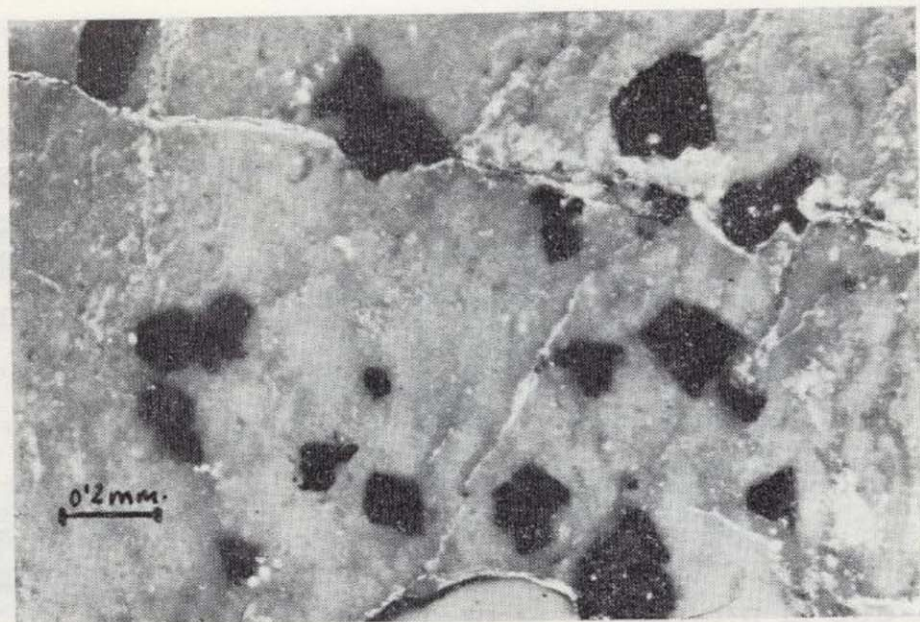


Figura 16

Cristales de galena que crecen en matriz dolomítica sin reducirse al ámbito de las fracturas (comp. con fig. 13). Cerro Castellón, lupa binocular.

mineralización estrechamente ligada a la tectónica, pero probablemente no es sino una removilización de minerales preexistentes, con o sin alteración de los mismos.

Dolomías (Tramo D)

Véase el estudio microscópico de este nivel, ya expuesto (4.2.2).

4.3.3. *La Saladilla (Tramo B)*

Mineralización plumbífera tipos I y II (figuras 3 y 5) con enriquecimientos de cobre en la base del tramo.

En una de las muestras el cemento contiene abundante smithsonita (descendente). Aparecen calcosina y covelina como impregnación de la roca y a modo de «corona» depositada alrededor de galena por procesos de cementación (fig. 3).

La «impregnación» de galena y cerusita tiene aquí la particularidad de formar unos granos (2-3 mm. de diámetro), cuyo contorno exterior recuerda a veces el de las formas idiomórficas —cubos— del primer mineral citado, aunque sustituido en gran parte por cerusita (figs. 9 y 10). Estas formas podrían sugerir —como se ha visto en otros yacimientos (AMSTUTZ, 1959; AMSTUTZ y BUBENICEK, 1967; TROYANOV, en GORZHEVSKIY y KOZERENKO, 1971, etc.)— cristalización primaria libre (sedimentaria) de galena o incluso deposi-

ción detrítica de granos de galena arrastrados ligeramente por alguna corriente; sin embargo, las relaciones de sustitución con los granos detríticos de cuarzo contiguos —sin salir del terreno de las interpretaciones texturales— hacen dudar de esta hipótesis en el presente caso, pues también cabe pensar en una cristalización posterior a la deposición del sedimento, acompañada de procesos de sustitución.

Se ha visto también alguna inclusión de pirita + marcasita (porosa) en galena.

4.3.4. *La Monja (Tramo E)*

Mineralización en formas I, II, IV. Ver figuras 6, 7 y 8.

Hay cristallitos diminutos de sulfuros (pirita) dispersos.

Se ven inclusiones de galena en cuarzo cuyo significado es dudoso, pues las mayores parecen ligadas a microfisuras y las menores son demasiado pequeñas para admitir una identificación segura; también se ven romboedros de dolomita zonados, con pequeñas inclusiones (alineadas según el zonado) que parecen de galena. Estas observaciones, de poder confirmarse, indicarían un origen diagenético para la galena, prescindiendo de las posteriores removilizaciones tectónicas.

4.3.5. *El Fraile*

La mineralización se encuentra aquí en un nivel —muy tectonizado y recrystalizado— de areniscas blancas (Tramo B) y se ha visto justamente al lado del contacto con otro nivel de areniscas rojas y arcillas; su distribución es irregular y tiende a formar grandes «nódulos» o «nubes» (hasta varios centímetros de diámetro), que destacan por su mayor resistencia a la erosión.

5. INTERPRETACION GENETICA

Cuanto antecede hace pensar en un origen sedimentario de las mineralizaciones que nos ocupan; sin embargo, no puede localizarse el área fuente por faltar relación entre los datos paleogeográficos de las zonas mineralizadas y el entorno



Figura 16

Cristales de galena que crecen en matriz dolomítica sin reducirse al ámbito de las fracturas (comp. con fig. 13). Cerro Castillón, lupa binocular.

mineralización estrechamente ligada a la tectónica, pero probablemente no es sino una removilización de minerales preexistentes, con o sin alteración de los mismos.

Dolomías (Tramo D)

Véase el estudio microscópico de este nivel, ya expuesto (4.2.2).

4.3.3. La Saladilla (Tramo B)

Mineralización plumbífera tipos I y II (figuras 3 y 5) con enriquecimientos de cobre en la base del tramo.

En una de las muestras el cemento contiene abundante smithsonita (descendente). Aparecen calcosina y covelina como impregnación de la roca y a modo de «corona» depositada alrededor de galena por procesos de cementación (fig. 3).

La «impregnación» de galena y cerusita tiene aquí la particularidad de formar unos granos (2-3 mm. de diámetro), cuyo contorno exterior recuerda a veces el de las formas idiomórficas —cubos— del primer mineral citado, aunque sustituido en gran parte por cerusita (figs. 9 y 10). Estas formas podrían sugerir —como se ha visto en otros yacimientos (AMSTUTZ, 1959; AMSTUTZ y BUBENICEK, 1967; TROYANOV, en GORZHEVSKIY y KOZERENKO, 1971, etc.)— cristalización primaria libre (sedimentaria) de galena o incluso deposi-

ción detrítica de granos de galena arrastrados ligeramente por alguna corriente; sin embargo, las relaciones de sustitución con los granos detríticos de cuarzo contiguos —sin salir del terreno de las interpretaciones texturales— hacen dudar de esta hipótesis en el presente caso, pues también cabe pensar en una cristalización posterior a la deposición del sedimento, acompañada de procesos de sustitución.

Se ha visto también alguna inclusión de piritita + marcasita (porosa) en galena.

4.3.4. La Monja (Tramo E)

Mineralización en formas I, II, IV. Ver figuras 6, 7 y 8.

Hay cristallitos diminutos de sulfuros (pirita) dispersos.

Se ven inclusiones de galena en cuarzo cuyo significado es dudoso, pues las mayores parecen ligadas a microfisuras y las menores son demasiado pequeñas para admitir una identificación segura; también se ven romboedros de dolomita zonados, con pequeñas inclusiones (alineadas según el zonado) que parecen de galena. Estas observaciones, de poder confirmarse, indicarían un origen diagenético para la galena, prescindiendo de las posteriores removilizaciones tectónicas.

4.3.5. El Fraile

La mineralización se encuentra aquí en un nivel —muy tectonizado y recrystalizado— de areniscas blancas (Tramo B) y se ha visto justamente al lado del contacto con otro nivel de areniscas rojas y arcillas; su distribución es irregular y tiende a formar grandes «nódulos» o «nubes» (hasta varios centímetros de diámetro), que destacan por su mayor resistencia a la erosión.

5. INTERPRETACION GENETICA

Cuanto antecede hace pensar en un origen sedimentario de las mineralizaciones que nos ocupan; sin embargo, no puede localizarse el área fuente por faltar relación entre los datos paleogeográficos de las zonas mineralizadas y el entorno

regional, a causa de la tectónica de mantos generalizada en estas formaciones. Probablemente los metales proceden de la erosión de un macizo continental, en cuyo borde se habrían formado las cuencas (2) de deposición de los materiales que actualmente forman las rocas mineralizadas.

Areniscas

Evidentemente, la mineralización en vetillas y fracturas es explicable por las manifiestas acciones tectónicas que han actuado sobre estas zonas y que pueden dar lugar a removilizaciones (presumiblemente de corto alcance) y redistribuciones de la mineralización (frecuentemente corroe los componentes detríticos), que ya entonces estaba depositada como cemento o rellenando intersticios o poros. Por tanto, es solamente este tipo el que tiene interés genético y, aun admitiendo que la corrosión de componentes detríticos por galena puede deberse también a reactivaciones de origen tectónico, su origen sedimentario parece indudable, tanto por las texturas observadas como por su relación exclusiva con el nivel que hemos denominado «areniscas blancas», en consonancia con los datos suministrados por la sedimentología —ambiente evaporítico o preevaporítico—, pues como es sabido la solubilidad del Pb es relativamente alta en disoluciones salinas. Puede suponerse, por tanto, en términos generales, que el Pb, el Zn y el Cu se han ido acumulando, gracias a un aporte continuo desde zonas continentales, en cuencas marginales, en cuyas aguas la intensa evaporación ha dado lugar a un continuo aumento de la concentración de dichos metales, los cuales han precipitado —principalmente en forma de sulfuros, a causa del ambiente reductor— ya sea antes, ya durante la diagénesis.

En efecto, considerando el origen de estas areniscas —relleno de paleocanales, etc.—, no es nada difícil de imaginar un proceso de acumulación del Pb en aguas salinas intersticiales o de imbibición y una precipitación del mismo —o removilización— durante la diagénesis, lo cual explicaría tanto la aparición de galena y blenda en forma de cemento —con las variantes ya descri-

(2) El término «cuenca» se emplea aquí en sentido totalmente general: depresiones, cubetas, paleocanales, zonas costeras restringidas, etc.

tas— o de relleno intersticial como la corrosión de los granos detríticos por galena y/o carbonatos; esto explicaría asimismo la acumulación puntual e irregular de galena y blenda (nódulos, etc.), si se tiene en cuenta que los primeros cristallitos formados habrán actuado como núcleos de cristalización para el restante sulfuro todavía no precipitado y que, además, la cantidad total de éste —proporcionalmente pequeña si se compara con la del cemento carbonatado— en las aguas intersticiales era insuficiente para permitir una formación continua del mismo que impregnase toda la roca. Se han propuesto diversos mecanismos que podrían explicar esta precipitación (bacterias, interfases entre aguas salinas y aguas freáticas, compacción diagenética, migración de aguas salinas, etc.). Las observaciones realizadas hasta ahora en Vélez Rubio no ofrecen datos concluyentes para elegir entre ellas, aunque sí resulta claro que las texturas actuales son de carácter predominantemente diagenético.

Sólo una de las muestras estudiadas (figs. 9 y 10) ofrece texturas que puedan interpretarse como debidas a precipitación directa (sedimentaria) de galena, y aun así, no de una manera clara e incontestable, como ya hemos dicho. Por tanto, aun admitiendo la posibilidad de que tal proceso haya ocurrido ocasionalmente en el yacimiento que nos ocupa, la mayor parte de las observaciones nos indica que su contribución a la génesis de esta mineralización es, en todo caso, muy reducida, o bien que ha quedado borrada en su mayor parte por removilizaciones posteriores.

Se ha hablado también recientemente (RENFRÓ, 1974) de procesos de evaporación en litorales tipo «sabkha» —zonas costeras en regiones secas muy calurosas—, los cuales explicarían el transporte, la concentración y la precipitación de la mineralización. Esta hipótesis podría ser también admisible en el caso de las areniscas de Vélez Rubio, aunque carecemos de toda evidencia en su apoyo.

Dolomías

Como se ha explicado, la aparición de galena (en cristales visibles) en las dolomías va ligada casi exclusivamente a la fracturación. No obstante, esto no significa que su origen sea epigenético o que haya de suponer un aporte exterior post-diagenético, pues es sabido (GORZHEVSKIY y KOZERENKO, 1971) que la dolomía es una roca

capaz de absorber fácilmente el Pb, separándolo así de las disoluciones que lo contengan. Dicho plomo podría cristalizar luego, en presencia de azufre, en forma de galena, cuando la fracturación —tal vez diagenética (?)— haya creado el espacio necesario.

Además, el elevado contenido en Pb que parece ser, en general, característico de las dolomías en las Cadenas Béticas (ESPÍ, 1977; TONA, 1973) no inclina a considerar la hipótesis epigenética como probable. Y, en todo caso, aun cuando se ha formado galena claramente en vetillas, las texturas microscópicas observadas sugieren más bien mecanismos de secreción lateral que fluidos en circulación continua a través de la roca.

Efectivamente, hemos visto ya (fig. 16) que la cristalización de galena no se reduce a los límites de las fracturillas, sino que se prolonga también en la matriz, y en algunos casos incluso se producen cristales subidiomórficos o idiomórficos de galena dispersos en la matriz y más o menos corroídos por dolomita. Pensamos que la interpretación más coherente de estas observaciones es suponer, a partir del Pb contenido en la roca, la formación diagenética —en algunos casos, tal vez prediagenética (?)— de una parte de la galena, seguida de secreción lateral: los efectos de presión —litostática o tectónica— y la subsiguiente fracturación favorecen la concentración del SPb en cristales grandes de galena, al crear, por una parte, un gradiente de presión que moviliza los iones y, por otra, espacios huecos en los que éstos pueden precipitar; asimismo, los cristales que eventualmente se hubieran podido formar con anterioridad, dispersos en la masa, serían corroídos y tenderían a desaparecer. Evidentemente la secreción lateral afecta también a la dolomita, la cual acompaña a la galena como relleno de estas fisurillas.

BIBLIOGRAFIA

- AMSTUTZ, G. V.: *Syngenetic zoning in ore deposits*. Proc. Geol. Assoc. Can., 2, 95-114 (1959).
- AMSTUTZ, G. C., y BUBENICEK, L.: *Diagenesis in Sedimentary Mineral Deposits*. En LARSEN, G., y CHILINGAR, G. V., editores: *Diagenesis in Sediments. Developments in Sedimentology*, 8, Elsevier, Amsterdam, pp. 417-475 (1967).
- ANDRIEUX, J.; FONTBOTE, J. M., y MATTAUER, H.: *Sur un modele explicatif de l'arc de Gibraltar*. Earth and Planetary science letters, v. 12, núm. 2, oct. 1971 (1971).
- DE VRIES, W. C. P., y ZWAAN, K. B.: *Alpujarride Succession in the central sierra de las Estancias, Province of Almería, SE Spain*. Koninkl. Nederl. Akademie Van Wetenschappen-Amsterdam (1967).
- ESPÍ, J. A.: *Aspecto metalogénico de los criaderos de fluor-plomo de Sierra de Gádor (Almería)*. Tesis doctoral. E. T. S. de Ing. de Minas de Madrid, 184 pp. (1977).
- GARRELS, R. M., y CHRIST, C. L.: *Solutions, Minerals, and Equilibria*. Harper and Row, New York, 450 pp. (1965).
- GORZHEVSKIY, D. I., y KOZERENKO, V. N.: *Origin od Stratiform Lead-Zinc Deposits*. Internat. Geology Rev., v. 14, número 5, pp. 512-522. Traducido de O proiskhozhdenii stratiformnykh svintsovo-tsinkovykh mestorozhdeniy, Sovetskaya Geologiya, 1971, núm. 7, pp. 31-46 (1971).
- RENFRÓ, A. R.: *Genesis of Evaporite-Associated Stratiform Metalliferous Deposits. A Sabkha Process*. Econ. Geol., 69, 33-45 (1974).
- TONA, F.: *Positions des Horizons Dolomitiques Mineralisés en Fluorine et Galene au Sein des Sediments Triasiques de la Sierra de Lujar (Granada)*. Evolution et Géochimie. Tesis doctoral. Univ. de París VI, 166 pp. (1973).
- GEEL, T.: *The Geology of the Betic of Málaga, the sub-betic and the zone between these two units in the Vélez Rubio area (Southern Spain)*. Thesis Amsterdam. GUA Papers of Geology, Series I, n.º 5 (1973).
- VOERSMANS, F.; GEEL, T., y BAENA, J. (en prensa): *Memoria explicativa de la Hoja 1:50.000 de Vélez Rubio (24-39)*. IGME.

Recibido en marzo de 1978.

INFORMACION

Noticias

GEOLOGIA

EL INSTITUTO ESPAÑOL DE GLACIOLOGIA

Se ha constituido en Madrid, en julio de 1979 el Instituto Español de Glaciología (INEGLA) con el fin de realizar y promover toda clase de estudios relacionados con los glaciares y su entorno, muy especialmente los españoles.

Los promotores han venido trabajando en diversos estudios de tema glaciológico. Entre ellos, dos campañas en el glaciar del Monte Perdido, en los años 1978 y 1979. Ambas han tenido por objeto la recopilación de datos de interés geomorfológico y la preparación de los elementos necesarios para un estudio sobre dinámica actual. Se colocaron 14 estacas en el glaciar que permitirán hacer medidas en la superficie del mismo, refiriéndolas a unas bases topográficas situadas en la plataforma de Tucarroya (y otras intermedias). Estas bases se han topografiado con distanciómetro, por trilateración, y han servido también como apoyo a un vuelo en color que se realizó en septiembre de 1979.

Con la ayuda de este vuelo y de toma de datos en el campo, elaboraron un plano geomorfológico con el que poder orientar futuros trabajos. Programan reanudar una tarea similar en el glaciar de Maladeta, que comenzó de manera incipiente en septiembre pasado. El Instituto también realiza estudios sobre la morfología de los ibones pirenaicos, intentando hallar un modelo geométrico válido para estos lagos. Asimismo está trabajando en el glaciarismo Cuaternario de Sierra Cebollera, en donde se han localizado, entre el Puerto de Santa Inés y el Puerto de Piqueras, más de cien nichos glaciares wurmienses.

GEOLOGIA MARINA

LA OCEANOLOGIA GEOLOGICA EN LA DECADA DE LOS 80

Objeto de investigación van a ser la causa de la concentración de veneros minerales o de metales pesados en los nódulos de manganeso y lodos metálicos, cómo y dónde surge las rocas madres del petróleo y el gas natural. Se pretende saber el aspecto que tienen los fondos marinos y sus sedimentos, cómo cambian con las estaciones, las grandes mareas vivas o la actuación del hombre a causa de la extracción de arena o de la construcción de defensas

costeras. Otras cuestiones están a su vez relacionadas con problemas ecológicos, como, por ejemplo, cuando se investiga dónde pueden depositarse en el fondo del mar residuos y materiales tóxicos, si estas sustancias se diluyen o concentran en el medio submarino y si ejercen una influencia en los organismos que allí viven.

La historia de los océanos y los mares, así como lo que ha sucedido en ellos constituyen una de las claves para la comprensión de la historia toda de la Tierra, incluida la génesis de los continentes. La reconstrucción completa de esa historia es sólo posible si se comprenden mejor las circunstancias y procesos actuales en el mar y en su fondo.

BIOLOGIA

LOS ORIGENES DE LA VIDA EN ERAS PRIMARIAS DE LA TIERRA (*)

Hasta los años cincuenta, la mayoría de los geólogos sostenían que durante los primeros 4.000 millones de años de la historia terrestre apenas había vida en nuestro Planeta. A principios de 1970 parecía seguro que los sedimentos hallados en África del Sur —con 3.300 millones de años los más antiguos conocidos hasta entonces—, ya contenían huellas de vida. El Precambrio se caracterizó acertadamente como «era de la vida microscópica» ya que, comparado con la notable variedad de formas de los organismos multicelulares de eras más recientes, en épocas más antiguas dominaban exclusivamente bacterias y algas.

Poco después, descubrían en la zona de Isua, al oeste de Groenlandia, en los límites con el hielo, sedimentos precámbricos que, en vista de las condiciones geológicas, debían considerarse aún mucho más antiguos. Los correspondientes análisis realizados con el método de isótopos plomo/plomo y rubidio/estroncio, calcularon una edad de casi 3.800 millones de años, es decir, 500 millones de años más que la piedra surafricana.

La diferencia de relaciones de los isótopos estables C-12 y C-13 entre carbono reducido y carbonático existe en la misma proporción tanto en sedimentos antiguos como en los de períodos geológicos posteriores influenciados por el fraccionamiento de isótopos producido por fotosíntesis. Esto significa que el carbono reducido en la formación de Isua, de 3.800 millones de años es, con «gran probabilidad», de origen biológico. Con toda la reserva que requiere tal

(*) UNIVERSITAS... Septiembre 1979.

novedad, Schidlowski previene: «siempre que un proceso desconocido no nos haga una jugada imprevisible».

Desde la formación de la Tierra de las masas del sistema solar, el carbono pasó a ser elemento constitutivo en una proporción determinada de isótopos estables con el peso atómico 12 y 13. Este carbono yace en la corteza terrestre. Uno de los depósitos, que almacena el 80 por 100 de las reservas, está compuesto de sedimentos carbonáticos —sobre todo piedras dolomíticas y calcáreas—, como consecuencia de la precipitación del agua marítima. El 20 por 100 del carbono restante que ha intervenido en procesos biológicos a lo largo de la historia terrestre, yace en forma de carbón o petróleo.

En este carbono biológico la proporción del isótopo más pesado C-13 es aproximadamente 2,5 por 100 inferior, o sea, es relativamente mayor la del más liviano C-12. En los procesos químicos que lo convirtieron en carbono «orgánico», los átomos livianos C-12 fueron favorecidos y pudieron enriquecerse. Pero, según demuestran las mediciones hechas en Maguncia, este carbono evidentemente ya existía hace 3.800 millones de años. En estos momentos, están realizando una investigación que tiene por objeto confirmar que también el contenido de carbono orgánico en los sedimentos de Isua es aproximadamente igual al de formaciones geológicamente más jóvenes. Los primeros resultados parecen confirmarlo.

Los análisis de isótopos de azufre para comprobar una reducción bacteriológica de sulfato en el período de formación de los sedimentos de Isua, demostraron que la llamada respiración sulfática —un grado superior en la evolución de procesos bioenergéticos— aun no existía, es decir, no había transformación biológica del azufre, puesto que debiera haberse producido también, análogamente al carbono, una modificación en la relación de los isótopos, fenómeno que, sin embargo, aparece posteriormente en el Precambrio avanzado.

Las investigaciones geoquímicas quedan confirmadas por la identificación de microfósiles sobre los que ha informado hace poco el paleontólogo Hans Dieter Pflug. En base a su experiencia, interpreta las formaciones estructuradas que descubrió en las pruebas cedidas a los químicos del Instituto Max Planck como fósiles monocelulares. La existencia de piedras férricas bandeadas, con hierro oxidado altamente, en los sedimentos de Isua insinúa que en aquella era ya existía la fotosíntesis generadora de oxígeno que produce la reducción de gases del anhídrido de carbono mediante agua. Si bien aún no podía juntarse gran cantidad de oxígeno en la atmósfera ya que en los períodos primarios de nuestro planeta éste se consumía de inmediato por la oxidación de substancias reductoras.

MINERIA

PIZARRAS BITUMINOSAS ALEMANAS A CIELO ABIERTO

En la República Federal de Alemania hay yacimientos de pizarras bituminosas con un contenido en petróleo de unos 285 millones de toneladas. Las reservas del yacimiento de Schandelah (Brunswick) ascienden a 2.000 millones de toneladas, de las que podrían obtenerse 100 millones de toneladas de productos petrolíferos.

El yacimiento está ubicado en una depresión del terreno a una profundidad más bien escasa y podría explotarse perfectamente a cielo abierto. Con el apoyo económico del Ministerio Federal de Investigación y Tecnología, la compañía carbonera Braunschweigische Kohlen-Bergwerke (Helmstadt) y la Veba-Chemie AG (Gelsenkirchen) están realizando actualmente un vasto proyecto de investigación sobre la rentabilidad de esas pizarras bituminosas. Tras haber estudiado detenidamente el yacimiento y haber llevado a cabo con éxito una serie de ensayos de destilación, lo único que queda por resolver es la cuestión de la rentabilidad.

MATERIAS PRIMAS

MATERIAS PRIMAS ALEMANAS DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS CIENCIAS GEOGRAFICAS (*)

Por materias primas minerales se entiende las materias primas energéticas —es decir, petróleo, gas, carbón, materiales radiactivos— las materias primas metálicas y no metálicas y también el agua subterránea. Todas estas materias primas son recursos naturales.

¿Cuánto tiempo alcanzan las existencias de las materias primas? Fundamentalmente están contenidas en la corteza terrestre y en los mares del mundo tan grandes cantidades de todas las materias primas minerales que alcanzan para todas las necesidades conocidas de la humanidad. Existen cálculos impresionantes y asombrosos que dan exactamente las dimensiones de un cubo de material de corteza granítica para cubrir la demanda mundial de cobre anual, deberían tener por lo menos unos cuatro kilómetros de longitud. Además dicho cubo contiene también cantidades grandes de hierro, aluminio y otros elementos importantes.

Para ser explotables económicamente, los yacimientos deben poseer una cantidad mínima de material aprovechable y contener una cantidad de existencias tan grande que garanticen la extracción durante un tiempo mínimo, definido en términos económicos. Sólo cuando se dan estas condiciones podemos hablar de reservas. En el ámbito marginal con el amplio campo «sub-económico» se encuentran luego los recursos que sólo se pueden estimar aproximadamente, cuya explotabilidad económica puede producirse con precios en alza o por grandes innovaciones tecnológicas, de manera que ellos se conviertan en reservas.

Algunas investigaciones muy notables brindan para cada materia prima el porcentaje de nuestra dependencia de la importación, el círculo de nuestros países proveedores, la cuota de recuperación de la chatarra, la evolución de oferta y consumo y muchos datos más. Desde el punto de vista de la economía política, en primer lugar es importante representar la participación en los costos de cada una de las materias primas importadas. Petróleo y gas natural se encuentran de lejos en el vértice de la escala total. En el caso de las materias primas metálicas y no metálicas sobresalen cobre, hierro y aluminio, en esa sucesión.

La duración estática de las existencias en un determinado momento indica el alcance de las existencias, con la con-

(*) UNIVERSITAS... Septiembre 1979.

dición de que no se produzca ningún incremento del consumo ni ningún aumento de las existencias a causa de nuevos hallazgos. Por el contrario, la duración dinámica considera las tasas de crecimiento promedio del consumo y de los hallazgos. En los últimos treinta años la duración estática de las existencias siempre osciló entre quince y cincuenta años. Superficialmente esto puede parecer tranquilizador. Pero el material numérico también puede representarse de otra manera. Por ejemplo, en 1950 la duración estática de las existencias mundiales de petróleo alcanzaba todavía veinte años. No obstante, no fue en aproximadamente veinte años sino efectivamente en doce que esas existencias ya se agotaron. Desde el punto de vista estático, en 1960 teníamos existencias de petróleo para treinta y seis años. De ellas ya se ha consumido un 75 por 100. Por consiguiente su duración efectiva debería haberse situado no en los treinta y seis años sino más bien en los veinte. De manera similar se presenta en los metales importantes. En 1946 las existencias de cobre tenían una duración estática de cincuenta años. Sin embargo esas existencias ya habían sido consumidas después de veintisiete años.

A partir de estas premisas, las cifras de la duración estática de importantes materias primas minerales válidas actualmente ya no parecen tan consoladoras: petróleo, treinta y siete años; gas natural, sesenta años; cobre, cincuenta y cuatro años; plomo, cuarenta y dos, y cinc, treinta y dos años.

Los nuevos hallazgos desplazan el balance total dinámico siempre hacia el lado positivo. Por cierto que los costos de estos nuevos descubrimientos aumentan rápidamente y yacen muy por encima de la tasa de valuación de la moneda. Estas cinco materias primas mencionadas, conjuntamente con uranio, estaño, volframio, molibdeno, antimonio, plata, mercurio, circón, fluorita, espato pesado y asbesto, pertenecen a las materias especialmente amenazadas. Deben redoblar los esfuerzos en su exploración así como en el desarrollo de la tecnología para mantener la situación actual.

Desde el punto de vista de la oferta natural corren menos peligro el níquel, el hierro, el manganeso, la ilmenita, platino y fosfato, por lo cual ciertamente debe suponerse el desarrollo de nuevos procedimientos tecnológicos para la extracción de la materia aprovechable a partir de rocas de escaso contenido metálico. También el carbón pertenece a este grupo. Un margen mayor existe bajo el mismo supuesto de nuevos desarrollos tecnológicos en el caso de las materias primas para aluminio, vanadio, cromo y magnesio.

Los costos de exploración representan sólo la cima exterior de los costos de inversión. En la actualidad, una moderna empresa de minería difícilmente puede manejarse con costos de inversión inferiores a los 100 millones de dólares, y 1.000 millones de dólares de ninguna manera constituyen una curiosidad. Según la estimación de una conocida publicación especializada, la industria minera de metales deberá invertir en Occidente, hasta comienzos de la década de 1980, 28.000 millones de dólares para instalar la capacidad minera necesaria.

Las inversiones para el descubrimiento de nuevos yacimientos de petróleo y gas natural yacen aun más alto. Por ejemplo, para la exploración y descubrimiento de fuentes de anhídrido carbónico en el Ártico canadiense y en Alaska hasta 1985 se necesitan inversiones que oscilan entre 27

y 40.000 millones de dólares. Para inversiones de exploración en el Cercano Oriente hasta 1985, la Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe calculó 3.500 millones de dólares.

Se tarda de seis a diez años antes de que un gran yacimiento recientemente descubierto pueda entrar en producción. Durante ese tiempo es grande el peso de los intereses no amortizados. Ese período comprende una parte no desconsiderable de la duración efectiva de importantes materias primas. En estas condiciones se plantean exigencias casi incumplibles a la perspectiva visionaria y a la audacia del empresario.

Dentro del grupo de las materias primas energéticas, incluido el material radiactivo, que económica y políticamente posee la mayor importancia, las que desde todo punto de vista más peligro corren son el anhídrido carbónico y especialmente el petróleo. También el mineral de uranio está amenazado de escasez. Sólo el carbón, que existe en casi todos los países industriales, está disponible hasta ahora como una materia prima alternativa —aunque cara— durante un período mayor.

Refiriéndose a Alemania en el grupo de las materias primas metálicas las diferencias individuales de la situación de las existencias están intensamente marcadas, pero también lo están las diferencias de la importancia económica y política. En este grupo de materias primas también en el futuro se necesitarán esfuerzos muy grandes para asegurar la provisión.

Del grupo de las materias primas no metálicas, piedras y tierra, las que dependen de la importación, como el fosfato y la caolina, coinciden en gran medida con los de los dos grupos nombrados en primer término. Pero pertenecen también una gran cantidad de materias primas nacionales, como por ejemplo arena, grava, cal de cemento, arcilla, yeso, sal, balasto. Su valor desde el punto de vista de la economía política es muy alto. En este grupo surgen dificultades crecientes respecto de las exigencias de calidad y las contribuciones al medio ambiente. Las buenas cualidades se tornan escasas. La planificación regional y la protección del medio limitan las existencias disponibles.

La materia prima agua pertenece incuestionablemente a las necesidades vitales más inmediatas, se renueva constantemente en dependencia del clima, en un sistema circular dinámico. Es sabido que hay límites para la capacidad de recargo de este sistema. Por eso resulta tanto más asombroso que hasta la actualidad no haya ninguna planificación básica unitaria de la economía acuática para la República Federal de Alemania.

¿Dónde aparecen las reservas naturales? Este condicionamiento depende de factores geológicos naturales que se pueden aclarar, pero que no se dejan modificar posteriormente. En esa medida, incluso el término «riqueza natural», está correctamente empleado. Es un hecho irrevocable que el 56 por 100 de las reservas de petróleo demostradas y el 37 por 100 de todas las reservas mundiales se encuentran concentradas en los países del Cercano Oriente. Tampoco ninguna resolución de la ONU omite el hecho de que uno de los yacimientos de mineral de uranio mayores del mundo conocido actualmente yace en África Sudoccidental: Namibia. La coyuntura ideal en la búsqueda de materias primas se expresa naturalmente como sigue: alta probabilidad geológica, seguridad y estabilidad política, y una infraestructura altamente desarrollada. En la mayoría de los casos empero estas condiciones son irrealizables.

Hasta ahora las dificultades en la provisión han estado menos condicionadas por las existencias. Las capacidades de producción no preparadas a tiempo y en medida suficiente pueden conducir a dificultades en la producción. Un período de precios bajos puede llevar a un desplazamiento de las inversiones de exploración y descubrimiento. Sus consecuencias negativas se van a mostrar sólo de diez a quince años después.

Por las dificultades en la provisión han de sufrir ante todo aquellas naciones dependientes del mercado, y Alemania lo es en muy gran medida. Durante períodos prolongados, la posición de los compradores en el mercado de materias primas no ha sido la peor. No obstante sólo requiere un presupuesto: una economía de mercado que funcione. Cuando ésta no se da más, aumentan los riesgos. El mantenimiento de una economía de mercado libre a nivel mundial parece correr más peligro hoy en día que hace algunos años. En el ámbito de las materias primas esto tiene validez incluso en mucho mayor medida que en el mercado de productos manufacturados.

Especialmente en el ámbito de las materias primas las metas son: reducción de la posición de comprador por medio de la apertura de minas propias en el extranjero, solos o a través de participaciones; dispersión de los riesgos de obtención, desde el punto de vista político y regional; en ámbitos especialmente amenazados, formación de una reserva; intensificación de la prospección y exploración, en el interior y el exterior.

ENERGIA

COEXISTENCIA ENTRE LA MATERIA Y LA ANTIMATERIA

No parece que sea cierta en todos los casos la afirmación de que la materia y la antimateria son en principio incompatibles y que todo encuentro de ambas tiene que terminar necesariamente en su desintegración en energía, debido al sorprendente descubrimiento de que a veces no puede producirse el rayo energético que todo lo aniquila: a determinadas energías, las partículas y las antipartículas pueden coexistir establemente bastante tiempo. El protón y el antiprotón, componentes nucleares de los átomos y de los antiátomos, forman entonces por breve tiempo un sistema de partículas-antipartículas denominado «baryonio». Algunos teóricos sospechan que en la explosión primigenia, el universo pudo surgir mitad por mitad a partir de materia y antimateria, habiendo impedido una capa separadora supercálida que los dos «mundos antagónicos» volvieran a desintegrarse inmediatamente. Lo sorprendente es que en el microcosmos haya también mecanismos que excluyan la posibilidad de una aniquilación inmediata de los componentes del mundo y del antimundo.

CATEADURA NUCLEAR DE URANIO

La sonda mide el contenido en uranio en el mismo sondeo y traza de manera continua los valores a lo largo de la caña del sondeo.

La sonda contiene una fuente de rayos gamma, cuya radiación activa los átomos de uranio de forma que desarrollan una radiación característica dentro de la gama de los rayos X. La intensidad de esa radiación de fluorescencia es proporcional a la concentración del uranio. Mediante la evaluación de los valores continuos de la concentración del uranio se reducen a lo necesario los costosos sondeos.

LA LINEA DE REACTORES DE TEMPERATURA ALTA, CON PERFILES MAS NITIDOS

De los reactores de temperatura alta, se han establecido de manera definitiva las dos variantes principales de centrales, una de las cuales suministra sobre todo electricidad por medio de una turbina de helio, mientras que la otra penetra con sus temperaturas elevadísimas en el mercado del calor.

El reactor de acumulación de esferillas puede compararse a una especie de horno productor de gas a temperaturas máximas. Sus elementos de combustión, de tamaño pequeño y forma esférica llenan el núcleo de reactor a modo de ovoides de carbón, lo recorren constantemente como una especie de líquido y transmiten su calor, producido por la reacción en cadena de la escisión del núcleo atómico, a una corriente de helio que la penetran de arriba abajo. Estos «ovoides» logran además algo poco corriente: quemarse sin desintegrarse, es decir, son sus propios recipientes de seguridad.

Las esferillas tienen un diámetro de seis centímetros y constan de grafito, el cual contiene el verdadero combustible nuclear en forma de partículas de medio milímetro por término medio, las cuales están herméticamente cerradas con una capa de carbono pirolítico o de carburo de silicio. La retención de productos de escisión es notoriamente eficaz, y muy elevado el grado de aprovechamiento del combustible. Se ha demostrado que el gas noble helio, utilizado como medio de intercambio de calor, permanece tan «limpio» que en el circuito de refrigeración del reactor no se mide más que una radiactividad muy baja.

Desde hace cuatro años aproximadamente funciona el AVR con la extraordinariamente elevada temperatura de helio de 950 grados cebius y se confía en elevarla todavía más. Ello brinda, por una parte, la interesante posibilidad de utilizar turbinas con un grado de eficiencia, pertinentemente alto, de más del 40 por 100, que se acoplan directamente en esa corriente supercálida de gas de refrigeración de energía. Puede disponerse gracias a temperaturas tan elevadas, de calor de procesos de gran valor para una serie de usos, que van desde la gasificación del lignito y la hulla a la reducción directa del mineral de hierro en la producción de acero, pasando por la obtención de hidrógeno y un nuevo método de calefacción a distancia. El gas metano se carga así con energía térmica nuclear gracias a su fraccionamiento en anhídrido carbónico e hidrógeno. La mezcla puede transportarse fría a través de distancias grandes y cede su «carga térmica» cuando ha llegado a la meta mediante la retransformación en metano, pudiendo entonces utilizarse para la generación de vapor, usos industriales y calefacción.

En los planes de perfeccionamiento de la línea de reactores de alta temperatura se parte de la equivalencia, en principio, de los dos tipos de plantas, pero se tiende a una

cierta ventaja cronológica a favor de las centrales eléctricas a base de turbinas de helio. El sistema de generación nuclear de calor común a ambas versiones, está siendo desarrollado por un consorcio de empresas integrado por Hochtemperaturreaktorbau (HRB) y Gesellschaft für Hochtemperaturreaktortechnik (GHT).

Se prevee, además de la terminación del reactor de alta temperatura a base de acumulación de esferillas de torio THTR-300, en Hamm-Uentrop, el comienzo de la construcción de una planta de demostración con turbina de helio de 675 megavatios de potencia eléctrica instalada, así como la construcción de un prototipo para la producción de calor nuclear de procesos (PNP) para la gasificación del carbón y al fraccionamiento del metano con 500 megavatios de potencia térmica instalada, para mediados de los años 80.

ENERGIA A BASE DE PLANTAS

El punto de partida es el hecho de que, a lo largo de los últimos ciento cincuenta años, las necesidades energéticas se han cubierto en su mayor parte a base de las reservas minerales. Al continuar aprovechándose las fuentes de energía fósiles, en un lapso de pocos siglos se producirá una catástrofe. En la medida en que la energía fósil se hace más escasa, la producción energética a base de otras fuentes será más competitiva.

Como consecuencia de la previsible escasez de energía, se plantea la posibilidad de orientar la actividad agrícola hacia la producción de energía y materias primas. Si se quiere llegar a esa forma del aprovechamiento del suelo, hay que plantearse estas tres preguntas fundamentales:

1. ¿Cuáles son las especies vegetales más apropiadas para el llamado «energy farming»?
2. ¿Qué superficie se necesita para el cultivo?
3. ¿Se puede contar con que la energía y las materias primas obtenidas por la producción agraria son competitivas?

Actualmente, ya es posible dar a estas tres preguntas una respuesta aproximada. La tecnología más avanzada y al mismo tiempo la de aplicación inmediata la ofrecen las plantas que forman el hidrato de carbono, o sea las que sintetizan el azúcar y el almidón y de las que se puede obtener como producto energético el alcohol etílico, por medio de una simple fermentación alcohólica.

La caña de azúcar es, en la actualidad, la planta energética ideal. Su única desventaja es que su cultivo se limita a ciertas zonas, ya que se trata de una planta de las tierras bajas cálidas del trópico. Es cierto que, en el Brasil, se espera poder aumentar, a medio plazo, el cultivo de la caña de azúcar para fines energéticos en un 50 por 100, y a largo plazo, incluso se considera posible decuplicar la producción. Pero ya se están buscando, con resultados positivos, otras plantas que sean más flexibles en cuanto a su cultivo, aunque el aprovechamiento no sea tan perfecto.

Se trata en primer lugar de una planta que pertenece a la familia de las euforbiáceas, llamada en inglés «cassava», en español y en francés «yuca» o «mandioca». Estas raíces tuberosas contienen una tercera parte aproximadamente de almidón y son, desde hace mucho tiempo, el alimento básico de 400 millones de habitantes de Sudamé-

rica, Africa y del Sudeste asiático. El único inconveniente de la yuca es su contenido alto en ácido hidrocianico, que se elimina solamente mediante cocción. La gran ventaja de esta planta es que no es muy exigente y da altos rendimientos bajo las condiciones de cultivo más diversas. Crece en una zona que está entre los 30° de latitud norte y sur, y llega en la región ecuatorial hasta una altura de 2.000 metros. Puede cultivarse además debajo de otras plantas como café, eucaliptos, árboles de caucho, etc. Debido a su adaptabilidad ecológica, la yuca da al mismo tiempo, por lo menos en parte, una respuesta al problema de dónde encontrar la superficie necesaria para realizar el «energy farming». En el Brasil, ya está funcionando una fábrica de etanol, con una capacidad diaria de 60.000 litros, exclusivamente a base de yuca.

En cuanto a la futura producción de energía y materias primas a base de plantas, aparece la pregunta absurda de si es más importante producir alimentos o energía y materias primas. Puesto que la superficie de la que disponemos en todo el mundo para cultivos agrícolas, apenas alcanza para producir alimentos suficientes para la población mundial, que crece de forma alarmante, ¿dónde encontraremos las tierras para el «energy farming»? Aparentemente no es éste el problema fundamental, puesto que la energía y los alimentos como objetivos de la producción agrícola son tan diferentes que será posible encontrar nuevas posibilidades de cultivo, según las regiones. Las plantas energéticas necesitan, como factor principal para su rendimiento, los rayos solares. Esto significa que ciertas regiones con determinadas especies vegetales van a ser interesantes desde el punto de vista de la «agricultura energética», regiones consideradas hasta ahora como tierras áridas —por ejemplo, regiones subtropicales semidesérticas, estepas o sabanas, o incluso campos abandonados por sobreproducción. A lo largo de las próximas décadas, ciertas plantas, conocidas hoy en día sólo por expertos botánicos, se convertirán, a escala mundial, en plantas de cultivo, una vez que, por medio de selección, se hayan encontrado las variedades adecuadas.

CENTRALES ELECTRICAS EN EL MAR DEL NORTE

Centrales flotantes que quemen in situ el gas natural no adecuado para el consumo normal, suministrarán en el futuro electricidad a tierra firme. Los yacimientos petrolíferos que resulten muy pequeños para un aprovechamiento rentable o que por su elevado contenido en nitrógeno no son tampoco aptos para su explotación, podrían aportar de esta manera una contribución al aprovisionamiento de energía.

El primer proyecto de este tipo en el mundo va a constar de una plataforma flotante sobre la que se alzarán una central térmica combinada de turbinas (gas y vapor), con una potencia instalada de 350 megavatios. Como primera localización se ha previsto una zona que dista 80 kilómetros de Helgoland y otros tantos de la costa alemana. Allí se descubrió en 1978 una gran bolsa de gas que a causa de su elevado contenido en nitrógeno no es apta para una explotación normal. En breve se iniciarán aquí los sondeos finales para llegar a conclusiones definitivas sobre la valoración de las cantidades de gas.

GEOTERMIA EN ALEMANIA

En la República Federal de Alemania se van a realizar sondeos en busca del calor del subsuelo.

Una zona muy prometedora para el aprovechamiento de yacimientos hidrotermales a una profundidad aceptable, es la de la fosa del Rhin Alto. Mientras que en la mayor parte de las regiones de la República Federal de Alemania no se dan más que las temperaturas geotérmicas normales, no pasando su incremento o gradiente geotérmico de tres grados celsius por 100 metros de profundidad, las temperaturas geotérmicas en la fosa del Rhin Alto se incrementan en algunos lugares con intensidad incomparablemente mayor. En la zona del campo terolífero de Landau, la temperatura a 1.000 metros de profundidad se eleva casi a 100 grados celsius.

La causa de este elevado calentamiento radica en la tectónica reciente de la fosa del Rhin Alto, que figura entre las fracturas geológicas mayores del mundo. En la última docena de millones de años, la corteza terrestre ha experimentado allí fuertes movimientos verticales y horizontales, sospechándose que en el límite entre la corteza y el manto terrestres se desarrollan todavía procesos que dan lugar al transporte de material y calor desde las profundidades mayores. Como es probable que en cualquier lugar del subsuelo entren las aguas subterráneas en contacto con las rocas calientes, existen desde hace ya muchos años para esa zona planes de extracción del agua y de su utilización en calefacción.

Este proyecto, que tiene carácter demostrativo y que es promovido por el Ministerio Federal de Investigación y Tecnología, realizarán primeramente un sondeo informativo en la dislocación marginal oriental, la cual discurre a lo largo de la Selva Negra, y alcanzará una profundidad de 3.500 metros. El sondeo tiene gran importancia para los geólogos, ya que hasta la fecha no se ha practicado en la zona ninguno de tal profundidad. Los otros sondeos que van a la busca de hidrocarburos se sitúan más bien en el centro de la fosa, es decir, hacia el Rhin, y además no pasan por lo general de 1.800 a 2.000 metros.

Si el sondeo da resultados positivos deberá extraerse a su través agua caliente que, probablemente, alcanzará temperaturas entre 90 y 120 grados celsius. Probablemente no será necesario realizar un sondeo tan profundo, ya que los primeros sondeos demuestran que también en esta zona se da un mayor aumento del gradiente geotérmico.

La concepción del proyecto geotérmico prevé la extracción de 125 a 150 metros cúbicos de agua por hora, la cual se hará llegar primeramente a una central calefactora a distancia mediante un intercambiador de calor. El agua se enfriará aquí hasta 55 grados, mientras que el agua secundaria, la que deberá llegar a las calefacciones de las viviendas conectadas al sistema, se calentará de 50 a 80 grados.

El agua enfriada vuelve de nuevo al subsuelo a través de un sondeo de inyección, con el fin de que no se vacíen los yacimientos. Por otra parte hay que pensar que el agua que se extraiga sea corrosiva y que a causa de su elevado contenido en minerales no pueda utilizarse sin más en las calefacciones. Si se cumple la esperanza de extracción de 40 litros por segundo con un contenido térmico de 16 gigacalorías por hora, la central calefactora con participa-

ción geotérmica podrá calentar y dotar de agua caliente a unas 2.000 viviendas. Ello supondría un ahorro anual de 5.000 toneladas de fuel-óleo por término medio.

ASTROFISICA

¿INDICIOS DE ONDAS GRAVITATORIAS?

De acuerdo con la predicción teórica de Albert Einstein, las ondas gravitatorias se producen cuando, debido a grandes alteraciones de las masas de cuerpos astronómicos se «conmueve», por así decirlo, la estructura gravitatoria del universo, como ocurre, por ejemplo, cuando tienen lugar grandiosas catástrofes estelares. Pero la comprobación directa de su existencia ha fracasado hasta la fecha debido a que los efectos producidos por ellas en el instrumental de laboratorio son muy débiles. Ello no obstante han descubierto ya los astrónomos indicios de emisiones de ondas gravitatorias en el sistema estelar. Mediciones exactas realizadas en el sistema estelar doble «Z Chamaleontis» en la constelación austral del Camaleón han puesto de manifiesto que ambos sistemas se aproximan paulatinamente. Pero de acuerdo con los conocimientos actuales, ello es sólo posible en el caso de que pierdan energía como consecuencia de la emisión de ondas gravitatorias.

CONTAMINACION

RECICLAJE PARA AGUAS RESIDUALES FOSFATADAS

El aprovechamiento de las aguas residuales de acuerdo con el sistema de Karlsruhe se lleva a cabo en tres etapas: vinculación del fosfato mediante un óxido de aluminio finamente molido, regeneración del óxido mediante sosa cáustica y recuperación de los fosfatos en una forma directamente aprovechable a partir de la sosa cáustica utilizando óxido de calcio. Las dos primeras etapas tienen la forma de procesos cíclicos, la composición eficaz en cada caso se recupera siempre y las pérdidas son insignificantes, con lo que el método cumple también con todas las exigencias en relación con la no contaminación y el aprovechamiento de las materias primas.

Los ensayos realizados a escala técnica permiten esperar que esta modalidad de aprovechamiento del fosfato pueda competir económicamente con los métodos en uso. Si pensar en el valor de la venta del fosfato así obtenido, los costes se elevarían a unas tres pesetas por metro cúbico de agua residual. El método de Karlsruhe también suministra agua de excelente calidad, superándose considerablemente el grado de depuración exigido oficialmente y conseguido raramente hasta la fecha, por el que el contenido en fosfato al final de la fase de depuración biológica no puede exceder de 10 a 20 miligramos por decímetro cúbico, mientras que en este caso se reduce a menos de un miligramo.

Actualmente están construyendo una planta piloto con una capacidad de 20 metros cúbicos diarios de agua. Con ella se recogerán experiencias y sobre todo se estudiarán las condiciones de un funcionamiento automático.

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	ASUNTO
187	18485	6-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Guadalajara por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
187	18485	6-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Guipúzcoa por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
187	18485	6-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Oviedo por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
187	18485	6-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Zamora por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
188	18577	7-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración que se cita.
188	18577	7-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Huelva por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración que se citan.
188	18577	7-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Albacete por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
188	18577	7-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de León por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
189	18671	8-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración que se citan.
189	18671	8-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de León por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
195	19202	15-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Zaragoza por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
197	19325	17-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Huelva por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración que se cita.
198	19404	18-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Jaén por la que se hace público el otorgamiento y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan.

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
198	19404	18-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
198	19404	18-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
200	19599	21-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Córdoba por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
202	19812	23-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración que se cita.
202	19816	23-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Sevilla por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración que se citan.
203	19904	24-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Corrección de errores de la Resolución de la Delegación Provincial de Sevilla por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita.
203	19904	24-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Huelva por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración que se cita.
203	19904	24-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Zamora por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración minera que se cita.
203	19904	24-VIII-79	I. y E.	<i>Corrección de erratas</i> de la Resolución de la Delegación Provincial de Barcelona por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración que se cita.
204	20007	25-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Las Palmas por la que se hace público el otorgamiento y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan.
204	20009	25-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Oviedo por la que se hace público el otorgamiento y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan.
204	20009	25-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Salamanca por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración minera que se citan.
204	20009	25-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Zamora por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
205	20103	27-VIII-79	I. y E.	<i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Burgos por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita.
205	20103	27-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de León por la que se hace público el otorgamiento y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan.

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
205	20104	27-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Sevilla por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita.
207	20272	29-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Sevilla por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
209	20464	31-VIII-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Huelva por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración que se cita.
214	20879	6-IX-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Ciudad Real por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
215	20976	7-IX-79	I. y E.	<i>Permisos de investigación.</i> —Orden de 10 de julio de 1979 sobre levantamiento de suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de sustancias minerales, excepto radiactivos, carbón e hidrocarburos, en las provincias de Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife, y de la zona de reserva provisional a favor del Estado denominada «Fuerteventura», comprendida en la isla de Fuerteventura, de la provincia de Las Palmas.
217	21165	10-IX-79	I. y E.	<i>Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Oviedo por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
241	23437	8-X-79	I. y E.	<i>Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Zaragoza, por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
242	23522	9-X-79	I. y E.	<i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Logroño por la que se hace público el otorgamiento y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan.
243	23639	10-X-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Pontevedra por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
244	23713	11-X-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resoluciones de la Delegación Provincial de Madrid por las que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
248	24005	16-X-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Valencia por la que se notifica la cancelación de la solicitud del permiso de investigación minera que se cita.
249	24115	17-X-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Delegación Provincial de Barcelona por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
249	24116	17-X-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Guadalajara por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
249	24121	17-X-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Soria por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
254	24667	23-X-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Guipúzcoa por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita.

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
258	25047	27-X-79	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
258	25049	27-X-79	I. y E.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Orense por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
RESERVAS				
210	20541	1-IX-79	I. y E.	<i>Minerales. Reservas.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se cancela la inscripción número 34, «Gador», comprendida en las provincias de Almería y Granada.
216	21051	8-IX-79	I. y E.	<i>Minerales. Reservas.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de rocas bituminosas en un área de la provincia de Jaén.
216	21051	8-IX-79	I. y E.	RESOLUCION de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de rocas bituminosas en un área de la provincia de Jaén.
218	21198	11-IX-79	I. y E.	RESOLUCION de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en un área de las provincias de Avila, Toledo y Madrid.
223	21706	17-IX-79	I. y E.	<i>Minerales. Reservas.</i> —Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para investigación de recursos geotérmicos en un área de las provincias de Madrid, Guadalajara, Cuenca y Toledo.
226	21996	20-IX-79	I. y E.	<i>Minerales. Reservas.</i> —Real Decreto 2.203/1979, de 3 de agosto, por el que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para exploración de investigación de yacimientos de recursos minerales de hierro, plomo, cinc, cobre, titanio, fosfatos y sales, el área denominada «Suroeste», inscripción número 42, comprendida en las provincias de Badajoz, Sevilla y Huelva.
249	24114	17-X-79	I. y E.	<i>Minerales. Reservas.</i> —Orden de 14 de septiembre de 1979 por la que se prorroga la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de recursos minerales excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona denominada «Subsector X-Area 1 (Sn-W/IV-1)», comprendida en la provincia de Cáceres.
HIDROCARBUROS				
194	19139	14-VIII-79	I. y E.	ORDEN de 10 de julio de 1979 sobre extinción de los permisos de investigación de hidrocarburos denominados «Villaviciosa» y «Gijón».

«B. O. E.» NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
203	19895	24-VIII-79	I. y E.	ORDEN de 19 de julio de 1979 de contrato de cesión de diversas participaciones en el permiso «Mar Cantábrico H» y acuerdo por el que se modifica el convenio de operaciones de 13 de enero de 1976.
217	21163	10-IX-79	I. y E.	REAL DECRETO 2.146/1979, de 16 de junio, de otorgamiento de nueve permisos de investigación de hidrocarburos situados en la zona C, subzona b).
218	21239	11-IX-79	I. y E.	ORDEN de 2 de agosto de 1979 por la que ENIEPSA, CAMPSA y CIEPSA solicitan la primera prórroga por tres años del permiso de investigación de hidrocarburos «Orduña-Zuazo», situado en la zona A.
226	21993	20-IX-79	I. y E.	REAL DECRETO 2.198/1979, de 6 de julio, por el que se encomienda a ENIEPSA un permiso de investigación de hidrocarburos en la zona C, subzona a).
226	21993	20-IX-79	I. y E.	REAL DECRETO 2.199/1979, de 20 de julio, de otorgamiento de un permiso de investigación de hidrocarburos situado en la zona C, subzona a).
226	21995	20-IX-79	I. y E.	REAL DECRETO 2.201/1979, de 3 de agosto, de otorgamiento de un permiso de investigación de hidrocarburos situado en la zona C, subzona a).
226	21995	20-IX-79	I. y E.	REAL DECRETO 2.202/1979, de 3 de agosto, por el que se deniega un permiso de investigación de hidrocarburos en la zona C, subzona a).
230	22387	25-IX-79	I. y E.	ORDEN de 16 de agosto de 1979 sobre contrato entre las Sociedades TOTAL y ENIEPSA por el que la primera cede a la segunda la totalidad de su participación en el permiso de investigación de hidrocarburos «Asturias-D».
230	22388	25-IX-79	I. y E.	ORDEN de 10 de septiembre de 1979 sobre renuncia parcial del permiso de investigación de hidrocarburos, situado en zona C, subzona a), denominado «Montanazo D».
232	22551	27-IX-79	I. y E.	ORDEN de 10 de septiembre de 1979 sobre contrato por el que las Sociedades GETTY, PHILLIPS y B.P. ceden, por partes iguales, a ENIEPSA, una participación conjunta de un 25 por 100 en el permiso de investigación de hidrocarburos «Grumete C» y pacto de modificación del vigente convenio de colaboración y acuerdo contable.
240	23335	6-X-79	I. y E.	RESOLUCION de la Dirección General de la Energía por la que se anuncia la solicitud de un permiso de investigación de hidrocarburos situado en la zona C, subzona b).
252	24472	20-X-79	I. y E.	ORDEN de 19 de septiembre de 1979 por la que se aprueba contrato por el que las Sociedades GETTY, PHILLIPS y B.P. ceden a ENIEPSA una participación conjunta de un 10 por 100 en los permisos de investigación de hidrocarburos denominados «Grumete E» y «Grumete F».
VARIOS				
181	17887	30-VII-79	OP. y U.	RESOLUCION de la Delegación Provincial de Teruel por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración que se cita.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

JORDI MARTINELL y JOSEP F. DE VILLALTA: *Nuevas aportaciones al conocimiento de las formaciones pliocénicas de L'Alt Empordà, Girona*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 1, págs. 23-25.

Dan una lista de los moluscos fósiles hallados en las arcillas azules de la base de los niveles de Sant Mori-Sant Miguel de Fluviá y otra de la fauna contenida en los niveles amarillentos superiores. La primera demuestra que las arcillas azules basales corresponden a un Plioceno inferior-medio, mientras que los niveles arenosos y los calcareníticos de la zona de Sant Mori-Sant Miguel de Fluviá corresponden a un Plioceno medio-superior.—L. DE A.

TECTONICA

J. L. GUIMERÁ y P. F. SANTANACH PRAT: *Sobre la compresión alpina en el sector central de las Cadenas Costeras Catalanas*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 2, páginas 33-42.

Es un estudio de la compresión alpina en la cobertera mesozoica del sector central de las Cadenas Costeras Catalanas. A nivel microestructural reconocen un giro de la dirección de compresión en el tiempo, de NX-SE —sincrónica del alargamiento de la cadena— a N-S y NE-W.

Si una evolución similar es admitida a nivel del zócalo, puede explicarse la existencia, en los Catalánides, de fallas transversales levóginas y dextróginas. Comparan la evolución propuesta en el sector central de los Catalánides con la descrita por otros autores en la Cordillera Ibérica y los Pirineos con que todo el ámbito NE del Bloque Ibérico ha sufrido una evolución homogénea de la compresión durante el Paleógeno.—L. DE A.

AGUAS SUBTERRANEAS

J. COROMINAS BLANCH: *Condiciones hidrogeológicas de los manantiales sulfhídricos de Cataluña*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 1, págs. 26-30.

Indica los primeros resultados obtenidos en el estudio hidrogeológico de estos manantiales, las condiciones geológicas de las surgencias, sus características hidráulicas y el quimismo de sus aguas. Da también una explicación breve de su mineralización.—L. DE A.

MINERALOGIA

JOSÉ M. MATA-PERELLÓ y JOAQUÍN MONTORIOL: *Nota referente a la bibliografía sobre los wolframatos y molibdatos de Cataluña*. Acta Geológica Hispánica, T. XIII (1978), número 1, págs. 31-32.

Presentan una recopilación bibliográfica sobre los wolframatos y molibdatos de Cataluña. Consta de tres listas, ordenadas, respectivamente, por autores, especies minerales y localidades. Entrando por cualquiera de las tres se encuentra la correspondiente referencia numérica a las otras dos, de tal manera que puede hallarse fácilmente cualquier dato que se busque.—L. DE A.

MINERIA

CARLOS DÍEZ VIEJOBUEÑO: *Ayudas a la financiación del sector minero, por parte de la Administración (1971-78)*. Econ. e Indus., nov. 1979, núm. 191, págs. 63 a 67.

Considera las fuentes de financiación estatal, el crédito oficial, las subvenciones y las ayudas fiscales.

De este estudio establece las conclusiones siguientes:

— El sector minero ha dispuesto de ayudas financieras en los «canales privilegiados de crédito (crédito oficial)», superior a su participación en el conjunto de la economía nacional e industrial en particular, con una media de participación en el período analizado del 13,5 por 100 del total del crédito oficial concedido al sector industrial.

— La situación coyuntural del sector minero ha recibido un fuerte impulso con la Ley de Fomento de la Minería, y de la legislación que en ella se contempla, aunque en el período analizado y por la tardía fecha de sus publicaciones, no se aprecia su influencia.

— La Administración, como caso excepcional, reconoce la problemática de la minería en la nueva Ley 61/1978 sobre Impuestos de Sociedades.

ESTRATIGRAFIA

PEDRO ANADÓN MONZÓN: *Deslizamientos gravitacionales y depósitos asociados en el Eoceno marino del borde oriental de la Cuenca del Ebro (sector de Igualada)*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 2 págs. 47-53.

En el seno de las formaciones marinas paleógenas del área de Igualada se han localizado varios olistones, el ma-

yor de los cuales está constituido por una masa estratiforme de dimensiones aproximadas de 1.800 m de largo por 40 de alto. Este olistón está integrado por carbonatos de las facies Muschelkalk del Triásico de los Catalánides. Su emplazamiento tuvo lugar durante el Biarritzense, localizándose en parte en el seno de las margas de Igualada y en parte entre materiales detríticos gruesos depositados junto al borde de cuenca. Tras el emplazamiento del olistón, en esta zona tiene lugar la formación de abanicos aluviales deltaicos y una importante fase de progradación, con el depósito de una megasecuencia del tipo coarsening and thickening upwards.—L. DE A.

PALEONTOLOGIA

M. ESTEBAN, F. CALVET, C. DABRIO, A. BARÓN, J. GINER, L. POMAR, R. SALAS y A. PERMANYER: *Aberrant features of the messinian coral reefs, Spain*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 1, págs. 20-22.

Describen someramente los principales arrecifes del Messiniense en España, haciendo hincapié en el conjunto de «anomalías» que presentan los arrecifes del Neógeno inferior en comparación con las asociaciones arrecifales actuales. Discuten la importancia y significado de *Porites* sp. como coral claramente dominante, y a menudo exclusivo en la construcción de edificios arrecifales.—L. DE A.

José D. ACUÑA: *Un nuevo condylocardiido en el Tortoniense marino de la provincia de Valencia*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 1, págs. 10-13.

Describe el *Carditopsis villaltai* nov. sp. en el Tortoniense de La Cañada (Valencia) y discute sus relaciones con las restantes formas miocenas del género en Europa.—L. DE A.

J. GALLEMÍ y S. CALZADA: *«Rhynchonella» coquandi n. sp. (Maastrichtiense) y su posición estratigráfica*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 1, págs. 5-9.

Describe una especie nueva de Braquiópodo, «*Rhynchonella*» coquandi del Maastrichtiense inferior de los alrededores de Tremp (Prepirineo de Lérida) y la estratigrafía.—L. DE A.

DENISE MONGIN: *Le genre teruella mongin, du crétacé inférieur d'Espagne, son appartenance à la sous-famille des Quadrulinae (bivalve d'eau douce)*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 1, págs. 1-4.

Este género que había sido en 1964 considerado dentro de la familia de las Unionidae actualmente puede atribuirse con mayor propiedad a la subfamilia de las Quadrulinae (HAAS, 1929). Incluyen algunas consideraciones sobre la evolución y afinidades del grupo. Y un cuadro sobre el reparto de los géneros y figuraciones del genotipo.—L. DE A.

JORDI MARTINELL: *Colutacea del Plioceno del Empordà (Girona)*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 2, páginas 61-69.

Describe las diferentes especies de *Colutacea* (*Neogastrópoda*, *Gastrópoda*) procedentes de los yacimientos pliocénicos del Empordà, Girona (España).

JORGE ESTÉVEZ ESCALERA: *Primer hallazgo del buey almizclado (Ovibos Moschatus, ZIMMERMANN) en el pleistoceno Peninsular*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), número 2, págs. 59-60.

Da noticia del primer hallazgo del huey almizclado en la Península. Se trata de la cita más meridional del animal efectuada hasta el presente. La pieza corresponde cronológicamente a una crisis de frío estacional que se debió producir al final del Würm III. Va acompañada de una fauna banal.—L. DE A.

JOAN PONS MOYA y SALVADOR MOYÁ SOLÁ: *La fauna de carnívoros del Pleistoceno medio (MINDEL) de la Cueva Victoria (Cartagena, España)*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 2, págs. 54-58.

Estudian los restos de carnívoros extraídos del yacimiento de la Cueva Victoria (Cartagena). Destacan la presencia de una nueva especie del género *Cuon*: *Cuon rosi* n. sp.—L. DE A.

JOSÉ VICENTE SANTAFÉ LLOPIS: *Revisión de los Rinocerótidos miocénicos del Vallés-Penedés*. Acta Geológica Hispánica, t. XIII (1978), núm. 2, págs. 43-45.

Presenta una revisión de los Rinocerótidos fósiles miocénicos encontrados hasta el momento en las cuencas del Vallés-Penedés, con especificación de la localidad donde fueron hallados y su situación estratigráfica. Incluye un apéndice con la fauna de Rinocerótidos de Montalbán (Teruel) y Laina (Soria).—L. DE A.

J. A. PEÑA, J. RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ y A. RUIZ BUSTOS: *El yacimiento de vertebrados de cortes de Baza I (Depresión de Guadix-Baza). Nota preliminar*. Acta Geológica Hispánica, t. XII, núm. 193, págs. 42 a 45.

Estudian un yacimiento de micromamíferos en la Depresión de Guadix-Baza. La fauna estudiada permite datar la Zona de Saint Vallier. Señalan asimismo niveles marinos cuaternarios a 680 m de altura.—L.

ENERGIA

COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE LA CONFERENCIA MUNDIAL DE ENERGÍA: *Datos estadísticos sobre la producción y consumo de energía en España*. Madrid, julio 1979, 32 págs.

Inicia con unos datos generales referentes a España: superficie, tierra y plataforma continental, capacidad embal-

ses, población, incremento anual de la población, producto interior bruto.

Los capítulos siguientes son: Recursos energéticos, dividido en combustibles sólidos, petróleos y otros hidrocarburos líquidos, esquistos y arenas bituminosas, gas natural, recursos renovables, energía hidráulica, uranio y torio. Evolución global del consumo interior bruto de energía primaria. Número de *tec* necesarios para obtener un millón de pesetas de P. I. B. Evolución del consumo interior bruto de energía primaria por clases de energía. Evolución de la estructura del consumo interior bruto de energía primaria. Porcentaje de aumento medio anual del consumo interior bruto de energía primaria por clase de energía. Del consumo interior bruto de los carbones primarios. De los productos petrolíferos. De la producción nacional de energía primaria por clase de energía. De la relación entre la producción nacional de energía y el consumo interior bruto de energía primaria. De la producción de energía primaria en España. De la energía secundaria. De los intercambios de energía primaria realizados por España. De energía secundaria. Producción, intercambios internacionales y consumo de energía eléctrica en España. Consumo bruto de energía en España en 1977.

Todos los datos recopilados finalizan con el año 1978.—L. DE A.

FRANCISCO GARCÍA BLANCH DE BENITO: *Tendencias en la conversión termoeléctrica de los combustibles fósiles*. Anal. Mecánica y Electr., 5/1978, Madrid, págs. 7 a 24.

Los avances registrados en las plantas de ciclo combinado y en la combustión en lecho fluidificado, demuestran que aún no se ha dicho la última palabra en cuanto a la utilidad de los combustibles fósiles y en particular del carbón para la electrotecnia.

La complejidad conceptual de los nuevos métodos y tendencias, teniendo todos en común la preocupación por la generación del calor y el diseño del ciclo térmico, evidencian la necesidad de equipos de trabajo pluridisciplinarios en estos desarrollos. Particularmente importantes resultan las consideraciones económicas. El 50 por 100 del coste al consumidor, corresponde a la generación de energía y el otro 50 por 100 lo constituyen los de transporte y distribución. Los costes del combustible se ha visto que oscilan del 30 al 50 por 100 de los costes de generación. Todo esto significa que, aún en el supuesto de que se cuadruplicaran los costes de los combustibles, manteniéndose los demás constantes, los costes finales al consumidor sólo se elevarían entre el 50 y el 75 por 100.

Esta elevación es sin embargo suficientemente importante para que se deba proceder muy cuidadosamente a la hora de realizar nuevas inversiones. Las tendencias analizadas apuntan irreversiblemente a una elevación de las mismas por unidad de potencia instalada. Las nuevas tecnologías ofrecen rendimientos mayores y la posibilidad de emplear combustibles de calidades inferiores, que como consecuencia son más baratos que los tradicionalmente usados. Estas tecnologías ofrecen por consiguiente una revalorización

de ciertos carbones y otros combustibles nacionales poco aprovechables hasta el presente. Por otro lado, y pese a su complejidad conceptual, los nuevos sistemas son evidentemente menos costosos y mejor realizables que otras posibles soluciones.—L. DE A.

J. L. BUENO, J. COCA y P. SANTAMARÍA: *Diseño de sedimentadores para lodos de carbón*. Química e Industria, vol. 25, número 3, marzo 1979, págs. 177 a 185.

Las aguas residuales que se originan en los procesos de explotación de una mina de carbón, por sus niveles de pH, sólidos disueltos y materia en suspensión, afectan notablemente a las corrientes fluviales receptoras. La contaminación producida puede ser importante no sólo desde el punto de vista ecológico, sino también en cuanto a la utilización ulterior de dichas corrientes fluviales con fines municipales o industriales.

Para evitar estas contaminaciones y sus efectos, los autores de la comunicación han diseñado un sedimentador, aplicable a los lodos de carbón, e informan de los resultados alcanzados.—L. DE A.

J. L. MIRANDA IBÁÑEZ, J. L. SUSO MOLINER y J. M.^a GAVILÁN RODRÍGUEZ: *El carbón combustible limpio*. Química e Industria, vol. 25, núm. 3, marzo 1979, págs. 189 a 201.

La crisis petrolífera de 1973 provocó la aceleración de todos los programas energéticos y las alternativas a los mismos, viéndose reforzada la posición del carbón en las nuevas estrategias no solamente como combustible primario, sino como materia prima para la obtención de los llamados combustibles limpios.

El tratamiento del carbón para producir combustibles líquidos no es nuevo. Los procesos Bergius y Fischer-Tropsch descritos y practicados entre los años 1920 y 1930, alcanzaron un desarrollo industrial considerable durante los años de la 2.^a Guerra Mundial, especialmente en Alemania.

Detallan en el trabajo las características generales de los sistemas de licuefacción en estudio y describen los procesos que, a juicio de los autores han alcanzado un mayor grado de desarrollo.—L. DE A.

INVESTIGACION

L. STERLING: *Investigación en Europa*. Química e Industria, vol. 25, núm. 3, marzo 1979, págs. 205 a 208.

La tecnología puede contribuir a mejorar el nivel de vida en forma rápida y deseable. Pero para ello es preciso que esta tecnología se transfiera y desarrolle de una manera planificada y controlada, en resumen, debe estar bien dirigida. Aclara algunos conceptos económicos fundamentales para la aplicación de las modernas estrategias industriales.—L. DE A.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo y en él será marcada la fecha de recepción y prioridad.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.

Todos los trabajos en lengua castellana irán precedidos de un breve resumen en español e inglés o francés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

En todo momento los autores conservarán una copia del texto original.

Bibliografía.

Se incluirá al final de cada trabajo la relación de las obras consultadas por orden alfabético de autores, empleándose las normas y abreviaturas usuales.

En casos excepcionales se podrá citar alguna obra no consultada.

Parte gráfica.

Los originales de figuras, cuadros y fotografías se entregarán aislados, indicándose en ellos el título del trabajo, nombre del autor y número de

la ilustración. La parte gráfica vendrá preparada para ser reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna) y 170 mm. (doble columna). Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. En las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica, con objeto de evitar errores en caso de reducir el original. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

Pruebas.

Serán enviadas a los autores para que realicen las correcciones de erratas de imprenta producidas en la composición, no admitiéndose modificaciones ni adiciones al texto original.

Las pruebas serán devueltas por el autor en el plazo máximo de quince días, pasados los cuales la Redacción decidirá entre retrasar el trabajo o realizar ella misma la corrección, declinando la responsabilidad por los errores que pudieran persistir.

Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

Tiradas aparte.

Se asignan 25 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá hacerlo constar por escrito en el original o en las pruebas y abonar el precio de este excedente.

La Redacción del BOLETÍN introducirá cuantas modificaciones sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad del mismo. De estas modificaciones se informará al autor.

Toda la correspondencia referente a las publicaciones deberá dirigirse a:

Leopoldo Aparicio. Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. Madrid-3

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 1.—1.^{er} Curso «ROSO DE LUNA»

Precio, obra completa, 1.500 ptas.

Aparece una nueva colección del Instituto Geológico y Minero de España: TEMAS GEOLOGICO - MINEROS.

Su moderna presentación y manejable formato, de 21 × 14 centímetros, así como la dedicación de su contenido: Congresos, Simposios, Reuniones Científicas, Cursos Monográficos, etcétera, harán, sin duda, que muy pronto esta colección sea una de las más importantes publicaciones del IGME.

Nada mejor y más oportuno para su iniciación que el tema elegido: el primer Curso ROSO DE LUNA dedicado a la investigación y economía de los recursos geológico - mineros, que ha organizado la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción y que se impartió meses pasados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Gómez Pardo y que patrocinaron el Instituto Geológico y Minero de España dentro de la citada Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, el Centro de la Energía de la Dirección General de la Energía, Enadimsa (INI), todos dentro del Ministerio de Industria y Energía, así como las Universidades

Politécnica y Complutense de Madrid del Ministerio de Educación y Ciencias.

En esta primera publicación —Tema I— se recogen en ocho tomos las conferencias impartidas en dicho curso a lo largo de sus siete áreas, más un tomo de introducción dedicado a las conferencias inaugural y de clausura, incluyéndose también los resúmenes de las conferencias publicadas en las distintas áreas.

Los títulos de los ocho volúmenes son:

Introducción.

Area I. Política y economía de las materias minerales.

Area II. Estudio Metalogénico de Depósitos. Minerales y Técnicas Especiales.

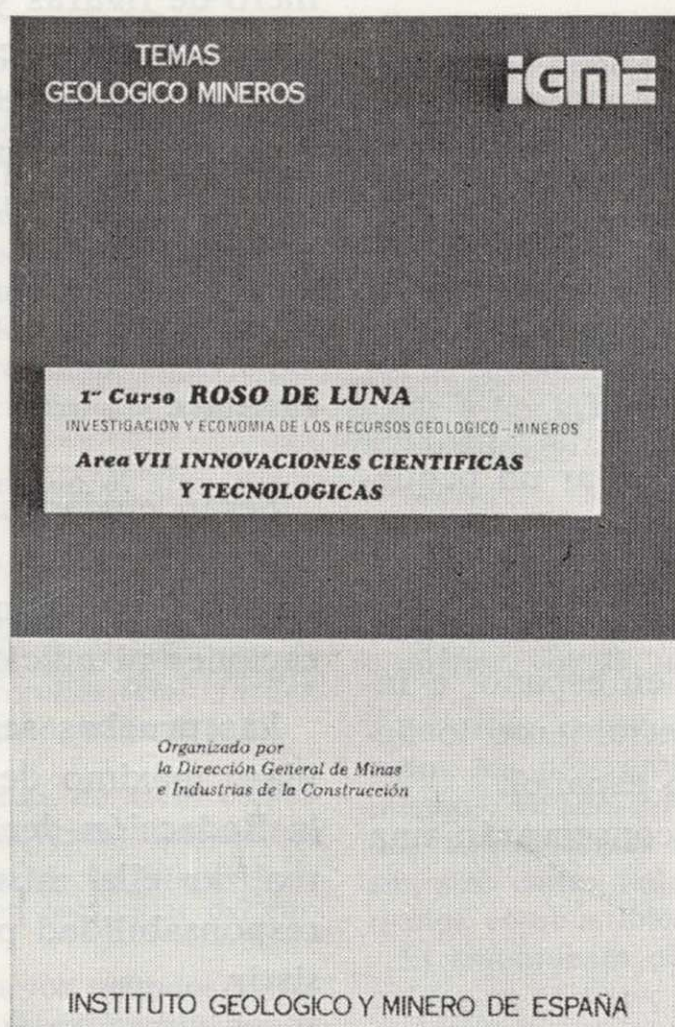
Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros.

Area IV. Desarrollo Minero y Minera-lúrgico.

Area V. Aspectos legales.

Area VI. Minería y medio ambiente.

Area VII. Innovaciones Científicas y Tecnológicas.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 2.—Depósitos Minerales de España

Precio: 500 ptas.

Como segundo número de la Colección Temas Geológico - Mineros aparece «Depósitos Minerales de España», que da una visión global y actualizada de las principales minas españolas en explotación.

Una breve descripción de la geología de España, proporciona el marco general en que se distribuye sus depósitos minerales. Estos son descritos según regiones o distritos mineros, cuando se presentan agrupados geográficamente con un origen o génesis común. Cuando esto no es posible, se les agrupa, por lo general, siguiendo un criterio genético.

Una sucinta exposición geológico-metalogénica precede, generalmente, a las características generales de cada uno de los depósitos minerales tales como: morfología, roca de caja, origen o génesis, asociación mineral, reservas, modo de explotación, procesos de concentración, producción, etc. Al mismo tiempo, en cada sustancia mineral se incluyen las estadísticas de producciones globales que sirven de punto de referencia para deducir la importancia relativa de cada depósito mineral, respecto al resto de los de la misma sustancia.

A continuación extractamos su contenido:

1. INTRODUCCION.

2. LA GEOLOGIA.—Dominio Hercínico: El Macizo Hespérico. **Dominios de plataforma y cordilleras de tipo intermedio:** Las Depresiones Terciarias de la Meseta, La Cordillera Ibérica, La Cuenca del Ebro, Las Cadenas Costeras Catalanas. **Dominio Alpino:** La Cordillera Bética, La Cordillera Pirenaica, La Cordillera Vasco Cantábrica. **Sistemas de fosas.**

3. DEPOSITOS MINERALES. Cobre: Distrito de Santiago de Compostela: Yacimientos tipo Arinteiro y tipo Fornás. **Oro. Plomo-Cinc:** Distritos de Cartagena, de Linares-La Carolina-Santa Elena, distrito de Santander: Reocín, Aliva. Distrito de Huelva-Sevilla: Minas de Aznalcóllar, de Sotiel, de Río Tinto, de San Telmo, de Lomero-Poyato, María Luisa y Minas de la alineación Vuelta Falsa-El Toro (Paymogo-Huelva) Distrito de Lugo. **Plata. Estaño-**

Volframio: Minas de Penouta (Orense), de Laza (Orense), de San Finx (La Coruña), de Santa Comba (La Coruña), de Monteneme (La Coruña), Casualidad-Calabor (Zamora), Depósito de Barruecopardo (Salamanca), Mina de Golpejas o mina Bellita (Salamanca), Depósitos de Morille-Martinamor (Salamanca), Depósito de tipo aluvial. Mina «El Cubito» (Salamanca), Mina El Trasmilón (Cáceres), Depósito de tipo aluvial. Mina «Santa María» (Cáceres), Mina «La Parrilla» (Badajoz), Depósitos de Sn. de la Sierra de Cartagena. **Bismuto:** Distrito de Córdoba. **Mercurio. Antimonio:** Distrito de Alburquerque Herrera del Duque. **Uranio:** Depósitos de Ciudad Rodrigo (Salamanca) y de Don Benito (La Serena, Badajoz). **Hierro:** Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorrostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Mennera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar-Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Mi-

nas del Marquesado y de Alfique. **Titanio. Aluminio. Piratas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Surria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

4. AGRADECIMIENTOS.

5. BIBLIOGRAFIA.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 3.—I.^a Reunión de Mineralogía y Metalogénia del hierro

Precio: 500 ptas.

El tercer número de la colección Temas Geológico-Mineros corresponde a la publicación de los resultados obtenidos con motivo de la «I Reunión de Mineralogía y Metalogénia del hierro» en la Península Ibérica. Dicha reunión se celebró en Granada en octubre de 1978, y fue organizada por los Departamentos de Cristalografía y Mineralogía de las Universidades de Bilbao y Granada.

El contenido del presente número queda esquematizado como sigue: En primer lugar aparece una breve información relativa a algunas de las investigaciones que actualmente se están llevando a cabo por parte de diversas Instituciones y Empresas Mineras.

Así, en relación con los Sectores N y NW de la Península, se están estudiando:

- Mineralizaciones de hierro de la zona Astur-Leonesa.
- Areniscas oolíticas del Devónico Superior de la zona Cantábrica y areniscas ferruginosas de San Pedro.
- Mineralizaciones de hierro del Río Norte de Portugal.
- Hierros de Bilbao.
- Magnetitas de Eskolamendi (Lesaca).
- Yacimientos de hematites de Mina Ley (Vera de Bidasoa).
- Yacimientos filonianos de Siderita del área Cantábrica.
- Mineralizaciones de hierro Triásico en Morete del Jalón.
- Mineralizaciones oolíticas de la provincia de Zaragoza.

En el Sector SW:

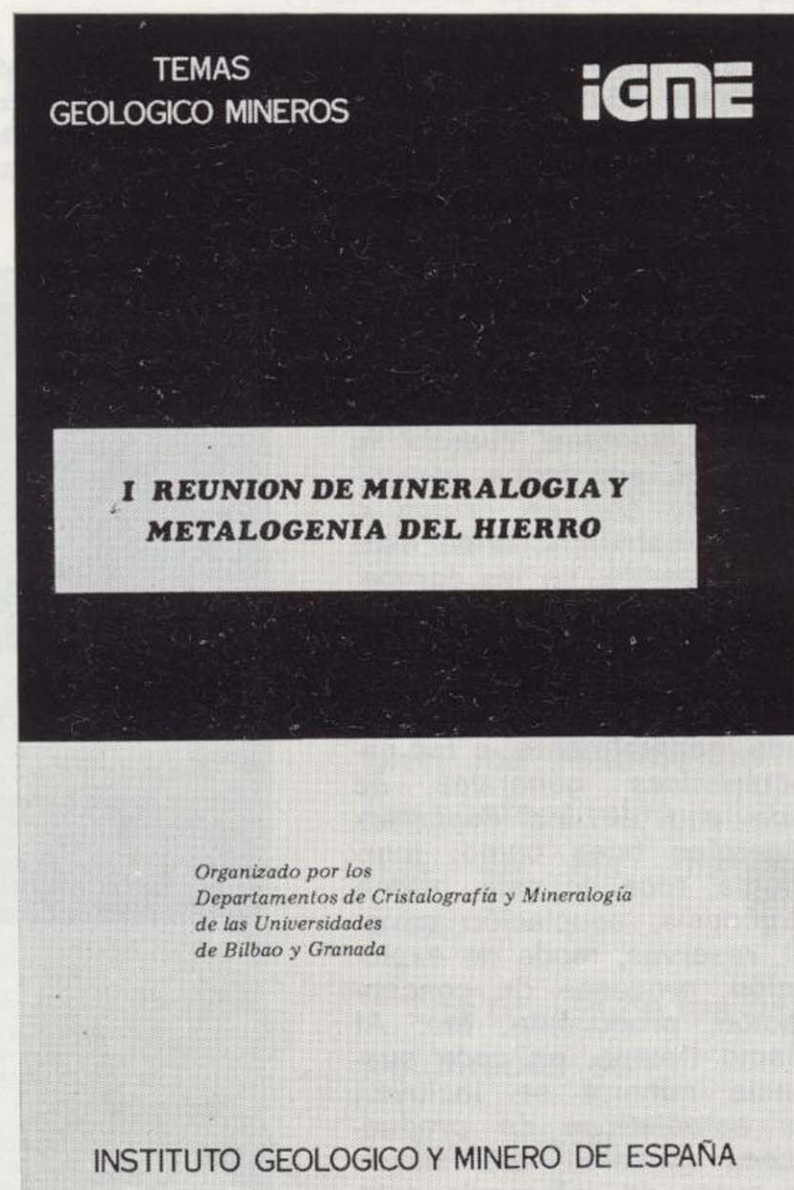
- Mineralizaciones de skarn Olivenza-Monesterio.
- La reserva de Alanis (Cerro Muriano).
- La reserva SW desde la provincia de Córdoba hasta la frontera de Portugal.

En el Sector SE:

- Mineralizaciones de hierro tipo «ocres rojos» en el Trías Subbético.
- Mineralizaciones de hierro de la zona del Marquesado y sectores adyacentes.
- Mineralizaciones de hierro en los Complejos Nevado-Filábride y Alpujárride de la zona Bética s. str.
- Mineralizaciones de hierro (hematites) al norte de Orgiva, en el Trías Alpujárride a lo largo del contacto con el Complejo Nevado-Filábride.
- Mineralizaciones de hierro y cobre de carácter filoniano en el sector de Santa Constanza, en micaesquistos del Complejo Nevado-Filábride.

En segundo lugar, y de acuerdo con el índice que a continuación se expresa, aparecen los trabajos que se presentaron en la citada reunión:

1. Algunos aspectos acerca de la génesis de las mineralizaciones de hierro de la comarca del Marquesado del Cenete y sectores adyacentes (Zona Bética, provincia de Granada). Por: J. Torres Ruiz, L. Pérez del Villar y P. Fenoll Hach-Alí.



2. Mineralogía y diagénesis de los carbonatos zonados de los yacimientos de hierro de Bilbao. Por: Javier Arostegui, Jean Paul Fortuné y Francisco Velasco.
3. Estudio de los yacimientos de hierro de Porcía, Tapia de Casariego (Asturias). Por: C. Fernández del Valle y Carlos J. Fernández.
4. Mineralizaciones de hierro tipo «ocres rojos» en las cercanías de Baena (Córdoba). Por: L. García Rossell, J. Torres Ruiz y P. Fenoll Hach-Alí.
5. Los skarns con magnetita en el entorno del granito de Santa Olalla, Huelva. Por: F. Velasco y J. M. Amigó.
6. Metalogénia y Geología de las mineralizaciones de hierro oolítico del NW de la Península. Por: R. Lunar Hernández.
7. Mineralogía y Mineralogénia del yacimiento de hierro de Ojos Negros (Teruel y Guadalajara) Por: C. Fernández-Nieto y F. Arrese Serrano.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

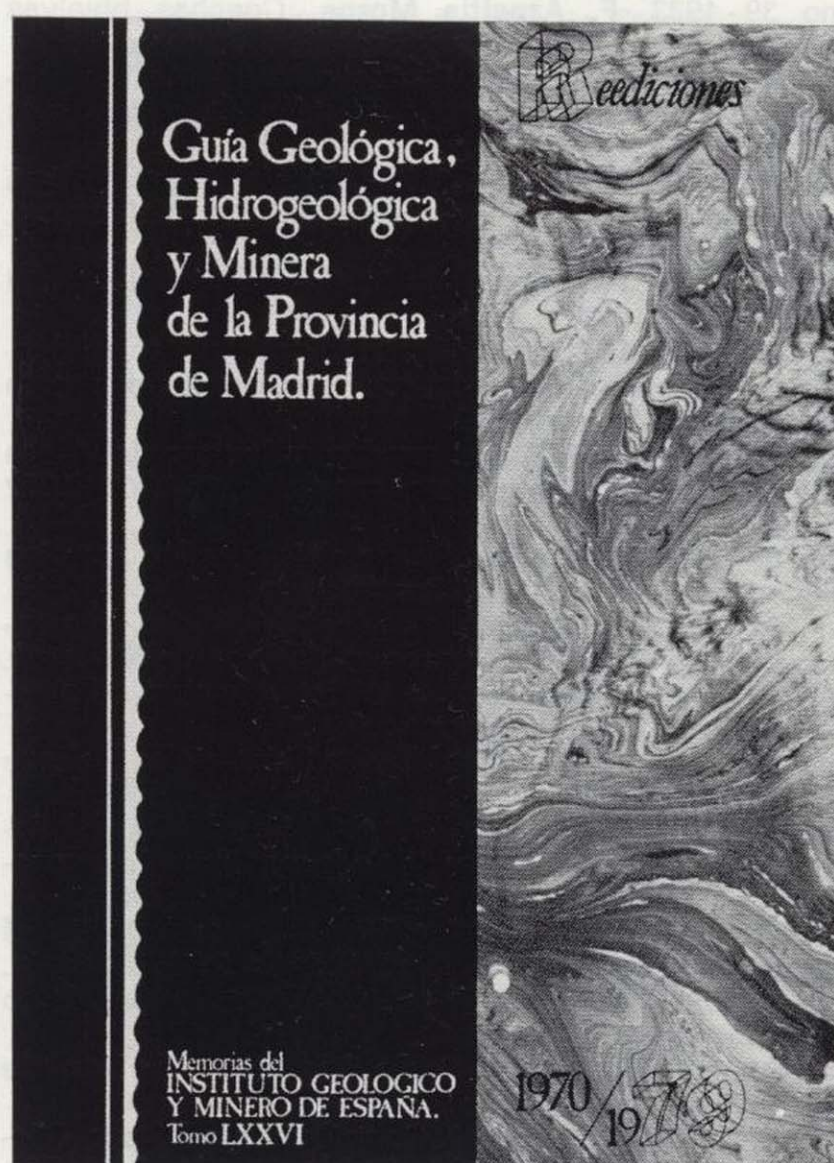
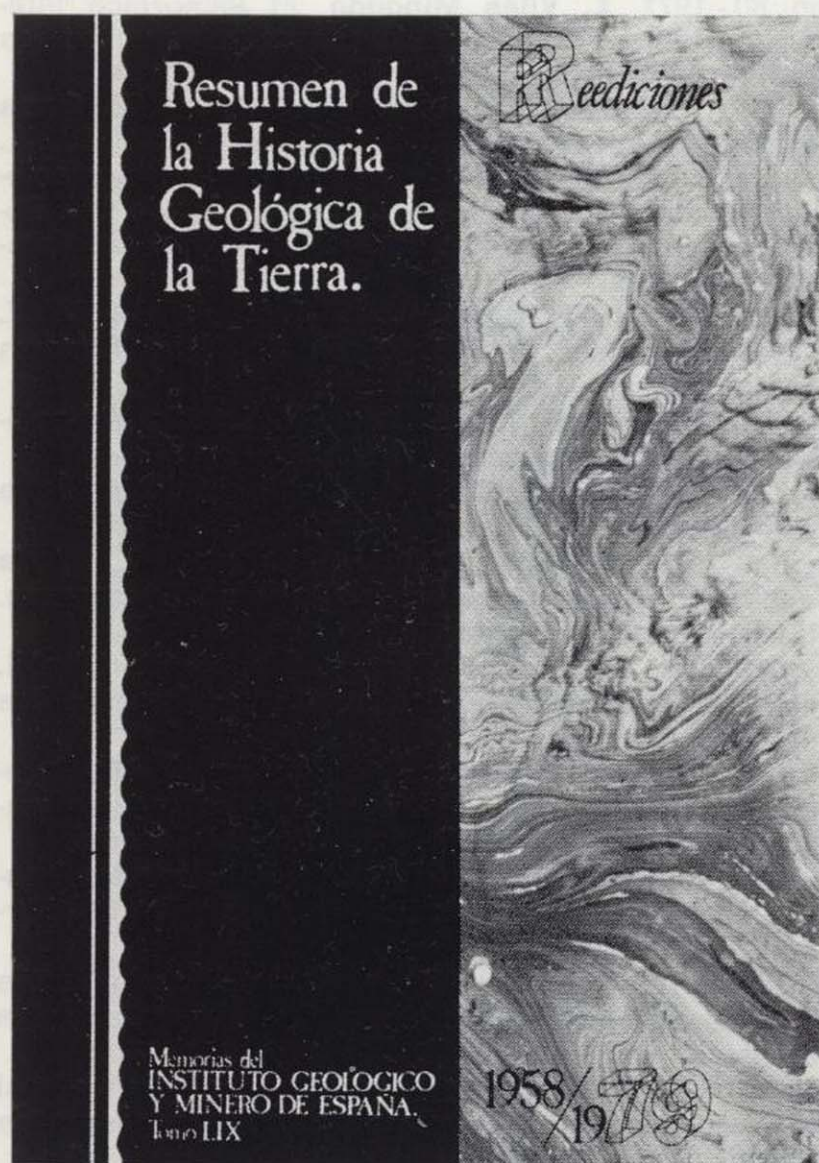
COLECCION REEDICIONES

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

El Instituto Geológico y Minero de España, como un acto más de la conmemoración del CXXX aniversario de su creación y dentro de su Departamento de Publicaciones, lanza una nueva colección que, bajo

Esta colección se inicia en este año de 1979 con cuatro títulos, número que irá ampliándose en los próximos años.

Los títulos elegidos para este inicio han sido los siguientes:



el título genérico de Reediciones, recoge las más importantes obras publicadas por el IGME a lo largo de su existencia, que agotadas en el transcurso del tiempo, pondrá así nuevamente a disposición del público interesado una serie de títulos de gran demanda, en moderna reproducción facsímil, en formato 21 × 15 cms., de aquellas interesantes ediciones.

- Resumen de la Historia Geológica de la tierra.
- El petróleo.
- El Cretáceo en España.
- Guía Geológica, Hidrogeológica y Minera de la provincia de Madrid.

En prensa quedan nuevos títulos para publicar en el próximo año de 1980.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

COLECCION - MEMORIAS

Bajo el nombre de Memorias del Instituto Geológico y Minero de España se viene publicando esta colección desde el año 1854. Son series monográficas sobre temas geológico-mineros. En existencia las siguientes:

Precio ejemplar ordinario, 500 ptas.; extraordinario (*), 1.000 ptas.; especial (**), 1.500 ptas.

- Tomo 26-1913. **Varios**. Criaderos de hierro de España. Volumen I. Murcia.
- 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 Siférez**. 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 Siférez**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen III.
- Tomo 56-1955. **IGME**. Las nuevas ediciones del Mapa geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955).
- Tomo 60-1959. **P. Comte**. Recherches sur les terrains anciens de la Cordillere Cantabrique.
- Tomo 61-1960. **J. Oliveros y B. Escandell**, con la colaboración de **G. Colom**. Temas geológicos de Mallorca.
- Tomo 62-1961. **Febrel Molinero**. Introducción al estudio de la Petrología estructural.
- Tomo 64-1963. **J. M.ª Ríos García**. Materiales salinos del suelo español.
- Tomo 65-1964. **L. Saavedra García**. Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona Pirenaica española.
- Tomo 66-1965. **R. H. Wagner**. Paleobotanical Dating of Upper Carboniferous Folding Phases in NW. Spain.
- Tomo 67-1966. **J. Donat Zopo**. Catálogo Espeleológico de la Provincia de Valencia.
- Tomo 69-1968. **P. Chauve**. Etude Géologique du Nord de la Province de Gadix.
- Tomo 70-1969. **M. Waterlot**. Contribution a l'étude Géologique du Carbonifère Ante-Stephanien des Pyrenées Centrales Espagnoles.
- Tomo 71-1969. **F. Rambaud Pérez**. El Sinclinal Carbonífero de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas.
- Tomo 72-1970. **J. A. Vera**. Estudio geológico de la Zona Subbética en la Transversal de Loja y sectores adyacentes.
- Tomo 73-1970. **E. Bouix**. Contribution a l'étude des Formations Ante-Ordoviciennes de la Meseta Meridionale (Ciudad Real et Badajoz).
- Tomo 74-1970. **R. Hernando de Luna**. Biografía Geológico-minera de la Provincia de Córdoba.
- Tomo 75-1970. **F. Lozte**. El Cámbrico de España.
- Tomo 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 Guillón, 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 Hidrogeológico del Bajo Ampurdán (Gerona).
- Tomo 85 (*)-1974. **M. Colchen**. Geología de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño).
- Tomo 86-1975. **L. López Rulz, 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 Triás Español.
- Tomo 88-1975. **A. Aparicio, J. L. Barrera, J. M.ª Caraballo, M. Pelinado y J. M.ª Tinad**. Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español.
- Tomo 89-1976. **F. Vázquez Guzmán y F. Fernández Pompa**. Contribución al conocimiento Geológico del Suroeste de España.
- Tomo 90-1977. **R. Lunar Hernández**. Mineralogénesis de los yacimientos de hierro del Noroeste de la Península.
- Tomo 91-1977. **C. F. López Vera**. Hidrogeología regional de la cuenca del río Jarama en los alrededores de Madrid.
- Tomo 92-1978. **Andrés Pérez Estaun**. Estratigrafía y estructura de la rama S. de la Zona Asturoccidental-Leonesa.
- Tomo 93-1978. **Jesús García Garzón**. Concentración por extracción orgánica del níquel contenido en disoluciones de Lixiviación de minerales pobres.
- Tomo 94-1979. **J. L. Saavedra y V. Gabaldón**. Las facies catalanas y su ámbito paleogeográfico.
- Tomo 95 (*)-1979. **Antonio Pulido Bosch**. Contribución al conocimiento de la Hidrogeología del Prebético Nor-Oriental (Provincias de Valencia y Alicante).
- Tomo 96-1979. **Luisa Martínez Chacón**. Braquiópodos carboníferos de la Cordillera Cantábrica.
- Tomo 97 (**)-1979. **Tomás Rodríguez Estrella**. Geología e Hidrogeología del sector de Alcaraz-Liótor-Yeste (Prov. de Albacete). Síntesis geológica de la Zona Prebética.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

COLECCION-INFORMES

Informes y Proyectos del IGME. Obras monográficas que recogen los últimos trabajos de investigación realizados por el IGME.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

VOLUMENES PUBLICADOS

- Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería).
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Nijar. Tomo I.
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Nijar. Tomo II.
- Coste del Agua Subterránea.
- Estimación de las reservas minerales en Vizcaya.
- Estimación del potencial minero de la Zona de Arcucelos (Orense).
- Reserva «Zona de Huelva»:
 - 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
 - 2 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán.
 - 3 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en las áreas de 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.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del río Segura.
- 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-Beariz (Galicia).
- Investigación minera preliminar en la plataforma continental submarina (Málaga-Gibraltar).
- Proyecto: Investigación de estaño-wolframio en la Zona Monterrey-Maceda (Orense).
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Fase previa para la investigación de níquel. Serranía de Ronda, Carratraca (Málaga).
- Estudio de las posibilidades mineras de los macizos ultrabásicos de Málaga.
- Estudio básico de los yacimientos de estaño tipo Calabor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Aluminio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Antimonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Barita.
- Monografía de Sustancias Minerales. Circonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Espato flúor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Esquistos bituminosos.
- Monografía de Sustancias Minerales. Estaño.
- Monografía de Sustancias Minerales. Litio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Manganeso.
- Monografía de Sustancias Minerales. Niobio y Tántalo.
- Monografía de Sustancias Minerales. Níquel.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sal Gema.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sales Potásicas.
- Monografía de Sustancias Minerales. Titanio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Wolframio.
- Monografía de Rocas Industriales. Asbestos. Talco y Pirofilita.
- Monografía de Rocas Industriales. Arenas y Gravas.
- Monografía de Rocas Industriales. Bauxita y Laterita.
- Monografía de Rocas Industriales. Dunita y Olivino.
- Monografía de Rocas Industriales. Pizarras.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Calcáreas Sedimentarias.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Silicoaluminosas.
- Monografía de Rocas Industriales. Vidrios Volcánicos.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MEMORIA- RESUMEN

(Publicación de la Colección - Informes)

Precio del ejemplar: 500 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 tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente Memoria es un resumen de la inves-

tigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título «ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR-ALMERIA».

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

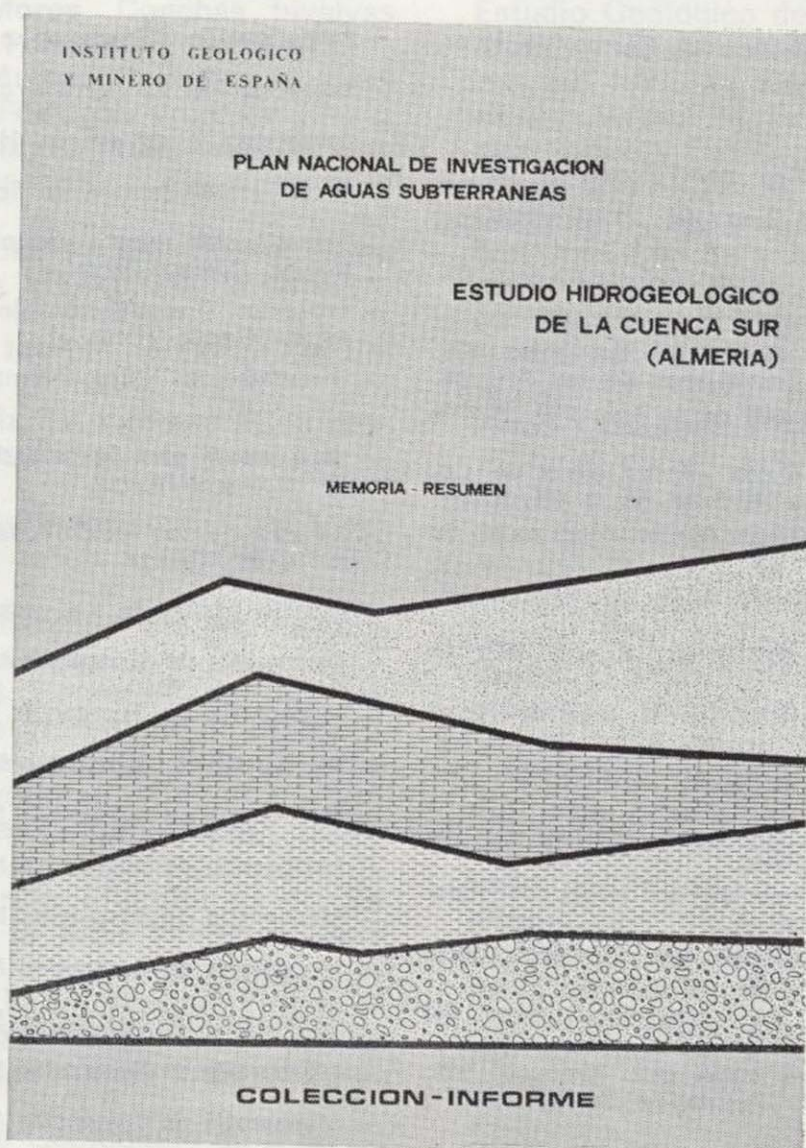
Además de este Informe la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campanas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO 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. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

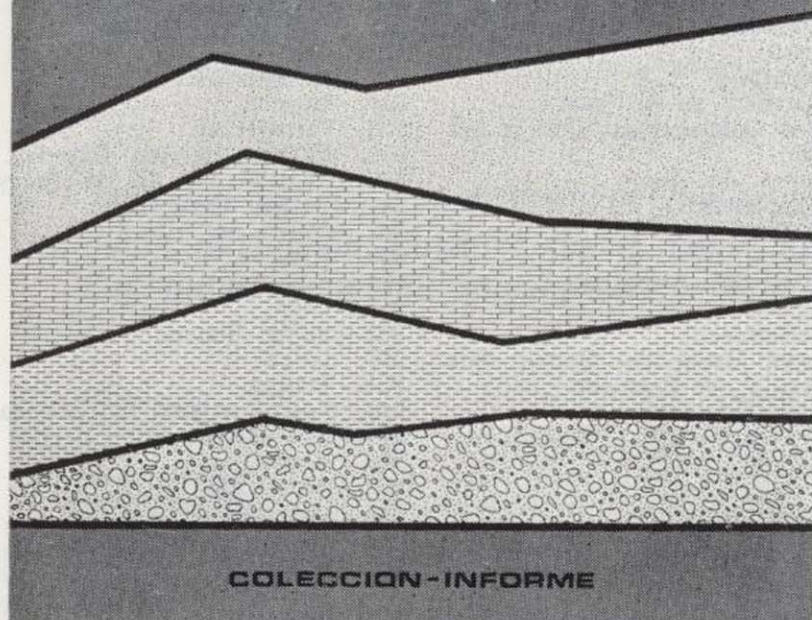
c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

RESERVA "ZONA DE HUELVA"

ESTUDIO GEOLOGICO MINERO A
E. 1:10.000 EN EL AREA DE LAS
MINAS DEL CASTILLO DE LAS GUARDAS

INFORME 1-939/1



RESERVA ZONA HUELVA (Colección - Informes)

- 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 y Minero a 1:50.000 en 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 y 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, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO
DE INDUSTRIA

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

COSTE DEL AGUA SUBTERRANEA (Colección - Informes)

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, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

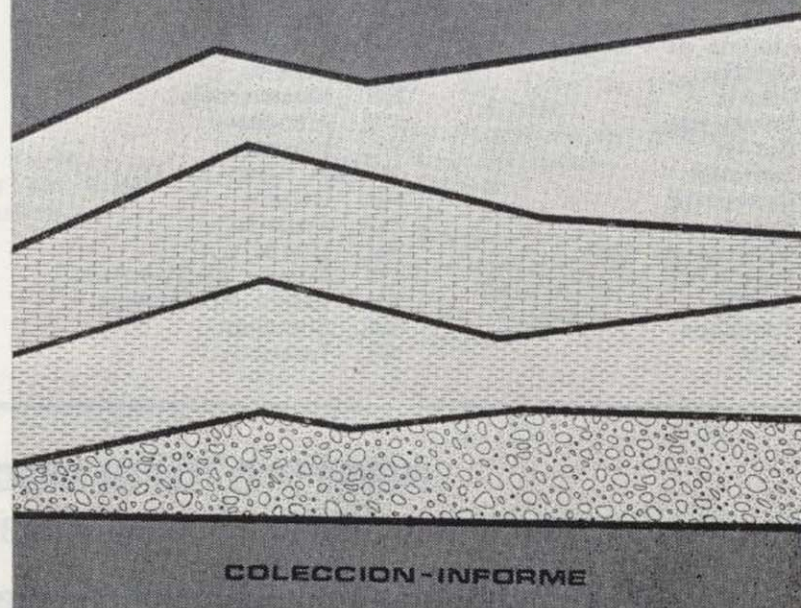
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO
DE INDUSTRIA

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

COSTE DEL AGUA SUBTERRANEA



MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000 2.ª Serie (proyecto MAGNA)

En existencia las siguientes:

Precio de cada ejemplar: 700 ptas.

1. Cariño.	143. Navascués.	612. Ademuz.	911. Cehégín.
2. Cillero.	154. Laín.	613. Camarena de la Sierra.	912. Mula.
3. San Ciprián.	155. Chantada.	614. Manzanera.	913. Orihuela.
6. San Salvador de Serantes.	159. Bembibre.	615. Alcora.	914. Guardamar del Segura.
7. Cedeira.	168. Briviesca.	616. Villafames.	919. Almadén de la Plata.
8. Vivero.	169. Casalarreina.	617. Faro de Oropesa.	920. Constantina.
9. Foz.	175. Sigües.	631. Ocaña.	921. Navas de la Concepción.
12. Busto.	187. Orense.	632. Horcajo de Santiago.	922. Santa María de Trassiera.
13. Avilés.	188. Nogueira de Ramuín.	635. Fuentes.	923. Córdoba.
14. Gijón.	204. Logroño.	636. Villar del Humo.	924. Bujalance.
15. Lastres.	205. Lodoso.	637. Landete.	930. Puebla de Don Fadrique.
21. La Coruña.	207. Sos del Rey Católico.	638. Alpuente.	931. Zarcilla de Ramos.
22. Puente deume.	225. Ribadavia.	639. Jérica.	932. Coy.
23. Puentes de García Rodríguez.	226. Allariz.	640. Segorbe.	933. Alcantarilla.
24. Mondoñedo.	236. Astudillo.	641. Castellón de la Plana.	934. Murcia.
27. Tineo.	237. Castrogeriz.	642. Islas Columbretas. Con la 641.	935. Torreveleja.
28. Grado.	239. Pradoluengo.	659. Lillo.	939. Castillo de las Guardas.
29. Oviedo.	240. Ezcaray.	663. Valera de Abajo.	940. Castilblanco de los Arroyos.
30. Villaviciosa.	243. Calahorra.	664. Enguñados.	941. Ventas Quemadas.
33. Comillas.	244. Alfaro.	665. Mira.	942. Palma del Río.
34. Torrelavega.	245. Sádaba.	666. Chelva.	943. Posadas.
35. Santander.	263. Celanova.	667. Villar del Arzobispo.	944. Espejo.
36. Castro Urdiales.	264. Ginzo de Limia.	668. Sagunto.	951. Orce.
37. Algorta.	274. Torquemada.	669. Moncófar.	952. Vélez Blanco.
38. Bermeo.	275. Santa María del Campo.	690. Santa María del Campo Rus.	953. Lorca.
39. Lequeitio.	277. Salas de los Infantes.	691. Motilla del Palancar.	954. Totana.
40. Jaizquibel.	278. Canales de la Sierra.	693. Utiel.	955. Fuente Alamo de Murcia.
41. Irún.	282. Tudela.	694. Chulilla.	956. San Javier.
47. Villalba.	300/301. Lovios.	696. Burjasot.	964. Aznaicóllar.
48. Meira.	302. Baltar.	718. Iniesta.	962. Alcalá del Río.
49. San Martín de Oscos.	320. Tarazona de Aragón.	719. Venta del Moro.	963. Lora del Río.
51. Belmonte de Miranda.	321. Tauste.	720. Requena.	964. La Campana.
52. Proaza.	329. Pons.	722. Valencia.	965. Eclija.
53. Mieres.	330. Cardona.	740. Villarrobledo.	973. Chirivel.
57. Cabezón de la Sal.	331. Puñregil.	741. Minaya.	974. Vélez-Rubio.
58. Los Corrales de Buelna.	336. Portela d'Home.	744. Casas Ibáñez.	975. Puerto Lumbreras.
59. Villacarriedo.	351. Olvega.	761. Llanos del Caudillo.	976. Mazarrón.
60. Valmaseda.	362. Calaf.	763. Socuéllamos.	977. Cartagena.
61. Bilbao.	363. Manresa.	767. Carcelén.	978. Llano del Beal.
62. Durango.	364. La Garriga.	788. El Bonillo.	983. Sanlúcar la Mayor.
63. Eibar.	391. Igualeda.	789. Lezuza.	984. Sevilla.
64. San Sebastián.	392. Sabadell.	794. Canals.	986. Fuentes de Andalucía.
65. Vera de Bidasoa.	393. Mataró.	796. Gandía.	987. El Rubio.
66. Maya del Baztán.	394. Calella.	814. Villanueva de la Fuente.	996. Huerca Overa.
72. Lugo.	417. Espuga de Francolí.	815. Robledo.	997. Aguilas.
73. Castroverde.	418. Montblanch.	816. Peñas de San Pedro.	997 bis. Cope.
74. Fonsagrada.	419. Villafranca del Panadés.	820. Onteniente.	999. Huelva - Los Caños.
78. Pola de Lena.	420. Hospitalet de Llobregat.	821. Alcoy.	1.000. Moguer.
83. Reinosa.	421. Barcelona.	823. Jávea.	1.001. Almonte.
84. Espinosa de los Monteros.	446. Vall.	826. Cheles.	1.002. Dos Hermanas.
85. Villasana de Mena.	447. Villanueva y Geltrú.	827. Alconchel.	1.003. Utrera.
86. Landaco.	448. Prat de Llobregat.	828. Barcarrota.	1.004. Marchena.
87. Elorrio.	473. Tarragona.	831. Zalamea de la Serena.	1.013. Macael.
88. Vergara.	492. Segura de los Baños.	832. Monterrubio de la Serena.	1.014. Vera.
90. Sumbilla.	493. Ollete.	842. Liétor.	1.015. Garrucha.
91. Valcarlos.	494. Calanda.	846. Castalla.	1.016. Los Caños. Con la 999.
91 bis. Mendizar.	495. Castellserás.	851. Rabito.	1.017. El Abalarío.
95. El Pino.	510. Marchamalo.	852. Villanueva del Fresno.	1.018. El Rocio.
96. Arzúa.	517. Argente.	853. Burguillos del Cerro.	1.019. Los Palacios y Villafranca.
97. Guntín.	518. Montalbán.	856. Maguilla.	1.029. Gergal.
98. Baralla.	519. Aguaviva.	871. Elda.	1.030. Tabernas.
108. Las Rozas.	520. Peñarroya de Tastavins.	872. Alicante.	1.031. Sorbas.
109. Villarcayo.	545. Morella.	884. La Carolina.	1.032. Mojácar.
110. Medina de Pomar.	546. Uldecona.	885. Santisteban del Puerto.	1.033. Palacio de Doñana.
111. Orduña.	547. Alcanar.	887. Orcera.	1.034. Lebrija.
112. Vitoria.	569. Mosqueruela.	890. Calasparra.	1.039. Colmenar.
113. Salvatierra.	570. Albocácer.	891. Cieza.	1.040. Zafarraya.
115. Gulina.	571. Vinaroz.	893. Elche.	1.042. Lanjarón.
116. Garraida.	571 bis. Con la 571.	894. Cabo de Santa Pola.	1.052. Alora.
117. Ochagavía.	582. Getafe.	903. Montoro.	1.053-1.067. Málaga-Torremolinos.
135. Sedano.	583. Arganda.	905. Linares.	1.065. Marbella.
137. Miranda de Ebro.	584. Mondéjar.	906. Ubeda.	1.066. Coín.
138. Puebla de Arganzón.	593. Cuevas de Vinromá.	907. Villacarrillo.	1.072. Estepona.
139. Eulate.	594. Alcalá de Chisvert.	908. Santiago de la Espada.	
141. Pamplona.	606. Chinchón.	909. Nerpio.	
142. Aoiz.	607. Tarancón.	910. Caravaca.	

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:25.000 (TENERIFE) 2.ª Serie. 1.ª Edición (proyecto MAGNA)

Precio del ejemplar: 700 ptas.

1.096. II Tejina.	1.104-1.105. I-IV Santa Cruz de Tenerife.	1.118-1.124. II-I Valle de San Lorenzo.
1.096. III Valle Guerra.		1.118-1.124. III-IV Los Cristianos.
1.097. III-IV Punta de Anaga.	1.111. I-IV Güimar.	1.119. III Las Montañas.
1.104. II Barranco Hondo.	1.111. III Fasnia.	1.119. IV Lomo de Arico.
1.104. III La Orotava.	1.118. I Granadilla de Abona.	
1.104. IV Tacoronte.	1.118. IV Adeje.	

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000 1.ª Serie (a extinguir)

Consta de Hoja y Memoria descriptiva. La edición completa se compone de 1.130 hojas, a extinguir. Esta 1.ª Serie tiene su continuación en la 2.ª Serie, Proyecto MAGNA. En existencia las siguientes:

Precio del ejemplar: 500 ptas.

31. Ribadesella.	611. Cañete.	858. El Viso.
54. Rioseco.	643. La Calobra.	859. Pozoblanco.
67. Mugía.	644. Pollensa.	864. Venta de los Santos.
77. Plaza Tavera.	645. Formentor.	865. Siles.
79. Puebla de Lillo.	650. Cañaveral.	869. Jumilla.
128. Riello.	653. Valdeverdeja.	876. Fuente de Cantos.
129. La Robla.	670. Sóller.	886. Beas de Segura.
160. Benavides.	671. Inca.	899. Guadalcanal.
162. Gradefes.	672. Artá.	917. Aracena.
163. Villamizar.	678. Casar de Cáceres.	918. Santa Olaya del Cala.
208. Uncastillo.	695. Liria.	937. El Cerro de Andévalo.
210. Yebra de Basa.	698. Palma de Mallorca.	938. Nerva.
211. Boltaña.	699. Porreras.	946. Martos.
241. Anguiano.	700. Manacor.	959. Calañas.
250. Tremp.	702. San Vicente de Alcántara.	960. Valverde del Camino.
260. Oya.	703. Arroyo de la Luz.	967. Baena.
284. Ejea de los Caballeros.	705. Trujillo.	985. Carmona.
289. Benabarre.	723. Cala Figuera.	991. Iznalloz.
297. Estarlit.	724. Lluchmayor.	1.008. Montefrío.
293. La Guardia.	725. Felanix.	1.009. Granada.
313. Antigüedad.	727. Alburquerque.	1.025. Loja.
322. Remolinos.	731. Zorita.	1.046. Carboneras.
323. Zuera.	743. Madrigueras.	1.059. El Cabo de Gata.
324. Grañén.	744. Casas Ibáñez.	1.060. El Pozo de los Frailes.
325. Peralta de Alcofea.	745. Jalance.	1.079/80. Alegranza.
327. Os de Balaguer.	746. Lombay.	1.081. Montaña Clara.
347. Peñaranda de Duero.	750. Gallina.	1.082. Graciosa.
354. Alagón.	751. Villar del Rey.	1.083. Teguiuse.
355. Lecifena.	754. Madrigalejo.	1.084. Haría.
356. Lenaja.	764. Munera.	1.087. Punta Pechiguera.
369. Corese.	765. La Gineta.	1.088. Arrecife.
374. Peñafiel.	772. San Miguel.	1.089. El Charco.
435. Arcos de Jalón.	773. San Juan Bautista.	1.092. Cotillo.
486. Jdraque.	776. Montijo.	1.093. Lobos.
500. Villar del Ciervo.	795. Játiva.	1.096. Tegueste.
501. La Fuente de San Esteban.	798. Ibiza.	1.097. Punta de Anaga.
502. Matilla de los Caños del Río.	799. Santa Eulalia.	1.098. La Oliva.
503. Las Veguillas.	805. Castuera.	1.099. Puerto de Lajas.
525. Ciudad Rodrigo.	812. Valdepeñas.	1.102. Punta de Teno.
526. Serradilla del Arroyo.	815. Robledo.	1.104/05. Sta. Cruz de Tenerife y San Andrés.
527. Sequeros.	818. Montealegre.	1.106/07. Puerto de las Cabras.
536. Guadalajara.	819. Caudete.	1.109. Los Carrizales.
537. Auñón.	824/849. San Francisco Javier.	1.111. Güimar.
541. Santa Eulalia.	825/850. Nuestra Señora del Pilar.	1.114. La Pared.
550. Fuente Guinaldo.	838. Santa Cruz de Mudela.	1.115. Tuineje.
560. Alcalá de Henares.	840. Bienservida.	1.118/24. Granadilla de Abona y las Galletas.
561. Pastrana.	844. Ontur.	1.119. Lomo de Arico.
564. Fuertescusa.	845. Yecla.	1.122. Jandía.
573. Gata.	848. Altea.	
591. Mora de Rubielos.	857. Valsequillo.	

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

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: 800 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario por existir cartografía de éste a escala 1:100.000). Agotados los números 10, 38, 45 y 84-85.

Metalogenético:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario.)

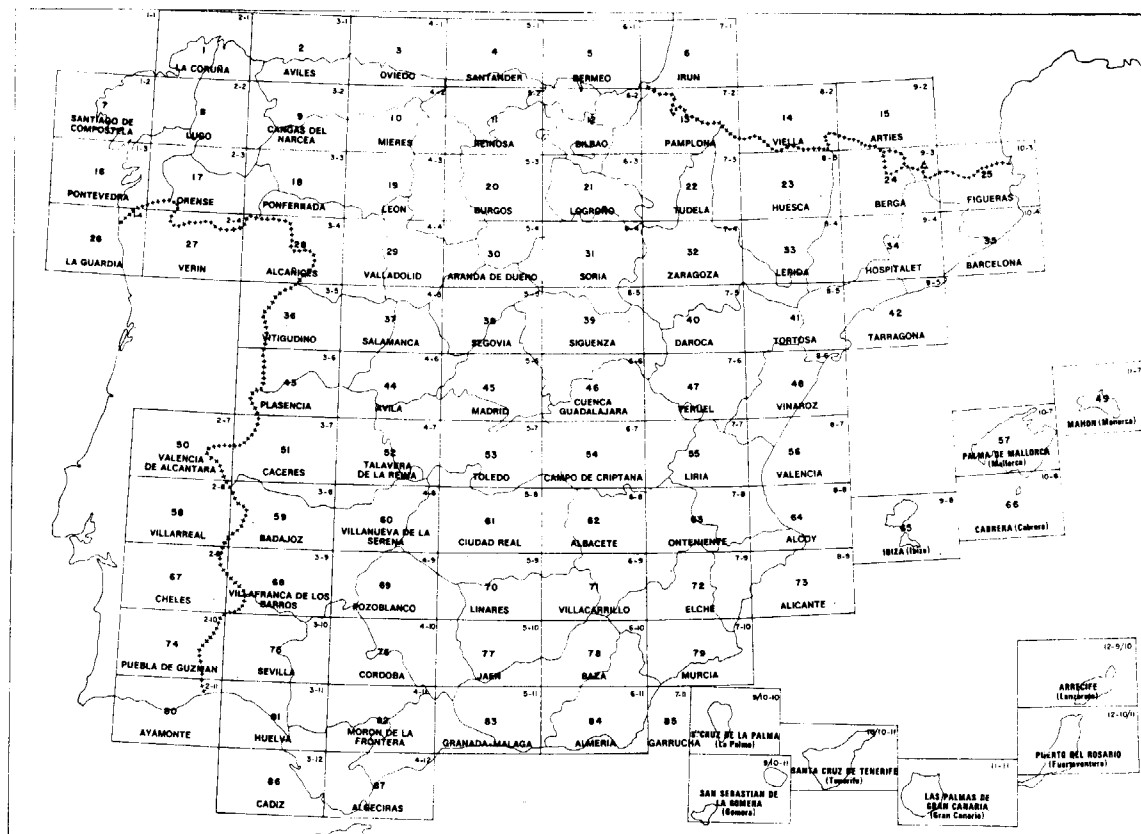
Geotécnico General:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 ptas. Hoja y Memoria.

De Rocas Industriales:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 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. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Escala 1:50.000

Precio: 500 ptas.

El problema de la contaminación de las aguas subterráneas, requiere fundamentalmente soluciones de prevención, ya que una vez producida, su corrección, aun eliminada la causa productora, es difícil, costosa y en ocasiones imposible.

Puesto que prácticamente el 35 por 100 de las necesidades españolas en agua de abastecimiento doméstico son satisfechas por aguas subterráneas, la protección de éstas frente a la contaminación es una tarea importante y que ha merecido atención prioritaria por parte del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Industria y Energía.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas, figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos residuos sólidos de origen urbano. Dado que estos vertederos se ubican con frecuencia cerca de los núcleos de población, y que también los pozos y sondeos de abastecimiento suelen encontrarse a distancias relativamente pequeñas de dicho núcleo, se da un claro caso de proximidad entre la fuente de contaminación y la aplicación útil vulnerable de agua. Se trata de un caso en que la prevención es fundamental, ya que los posibles problemas de contaminación pueden afectar a la salud humana.

En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos de 19 de noviembre de 1975 («B. O. del E.» del 21) se considera al Instituto Geológico y Minero de España como el Organismo consultor en lo que respecta a los proyectos de vertederos... «cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo.» Para cumplir más eficazmente esta misión, el IGME ha decidido anticiparse a los posibles problemas, comprendido el estudio, en zonas especialmente críticas, de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en la superficie del terreno o que

se producen e infiltran desde la misma, tales como los lixiviados de las basuras urbanas.

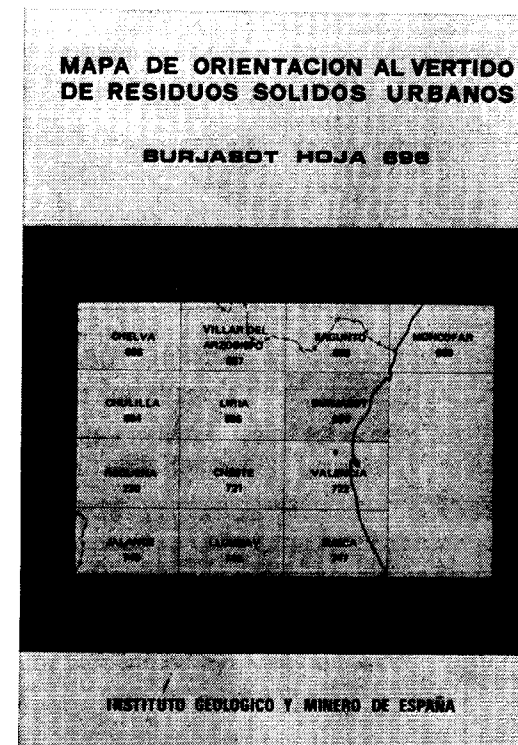
El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible la vulnerabilidad de las aguas subterráneas,

ha sido el mapa de orientación al vertido, que, por otra parte, representa un ejemplo de lo que la ciencia geológica e hidrogeológica puede aportar al complejo proceso de ordenación del territorio.

El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos sólidos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede utilizarse también como indicador de los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea debida a actividades tales como el vertido de aguas fecales, el empleo excesivo de pesticidas, etc. En el caso de residuos industriales, y dada la amplia gama de composición posible, el mapa deberá utilizarse teniendo en cuenta cada caso particular; los criterios son mucho más restrictivos en el caso de productos tóxicos o peligrosos.

La primera fase del programa de preparación de estos mapas, a escala 1:50.000, comprende los siguientes:

- Cuenca del Júcar: 24 hojas de la zona costera de Alicante, Valencia y Castellón y zonas de influencia.
- Cuencas del Sur: 6 hojas de la Costa del Sol y zonas de influencia.
- Cuenca del Guadalquivir: 5 hojas de las áreas de influencia de Granada, Sevilla y Huelva.
- Cuenca del Segura: 5 hojas en la zona del Alto Vinalopé y cuencas costeras de Alicante (Costa Blanca).
- Cuenca Alta del Guadiana: 5 hojas en las zonas de influencia de Ciudad Real y pueblos de la Mancha.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Escala 1:50.000

Precio: 500 ptas.

El problema de la contaminación de las aguas subterráneas, requiere fundamentalmente soluciones de prevención, ya que una vez producida, su corrección, aun eliminada la causa productora, es difícil, costosa y en ocasiones imposible.

Puesto que prácticamente el 35 por 100 de las necesidades españolas en agua de abastecimiento doméstico son satisfechas por aguas subterráneas, la protección de éstas frente a la contaminación es una tarea importante y que ha merecido atención prioritaria por parte del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Industria y Energía.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas, figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos residuos sólidos de origen urbano. Dado que estos vertederos se ubican con frecuencia cerca de los núcleos de población, y que también los pozos y sondeos de abastecimiento suelen encontrarse a distancias relativamente pequeñas de dicho núcleo, se da un claro caso de proximidad entre la fuente de contaminación y la aplicación útil vulnerable de agua. Se trata de un caso en que la prevención es fundamental, ya que los posibles problemas de contaminación pueden afectar a la salud humana.

En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos de 19 de noviembre de 1975 («B. O. del E.» del 21) se considera al Instituto Geológico y Minero de España como el Organismo consultor en lo que respecta a los proyectos de vertederos... «cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo.» Para cumplir más eficazmente esta misión, el IGME ha decidido anticiparse a los posibles problemas, emprendido el estudio, en zonas especialmente críticas, de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en la superficie del terreno o que

se producen e infiltran desde la misma, tales como los lixiviados de las basuras urbanas.

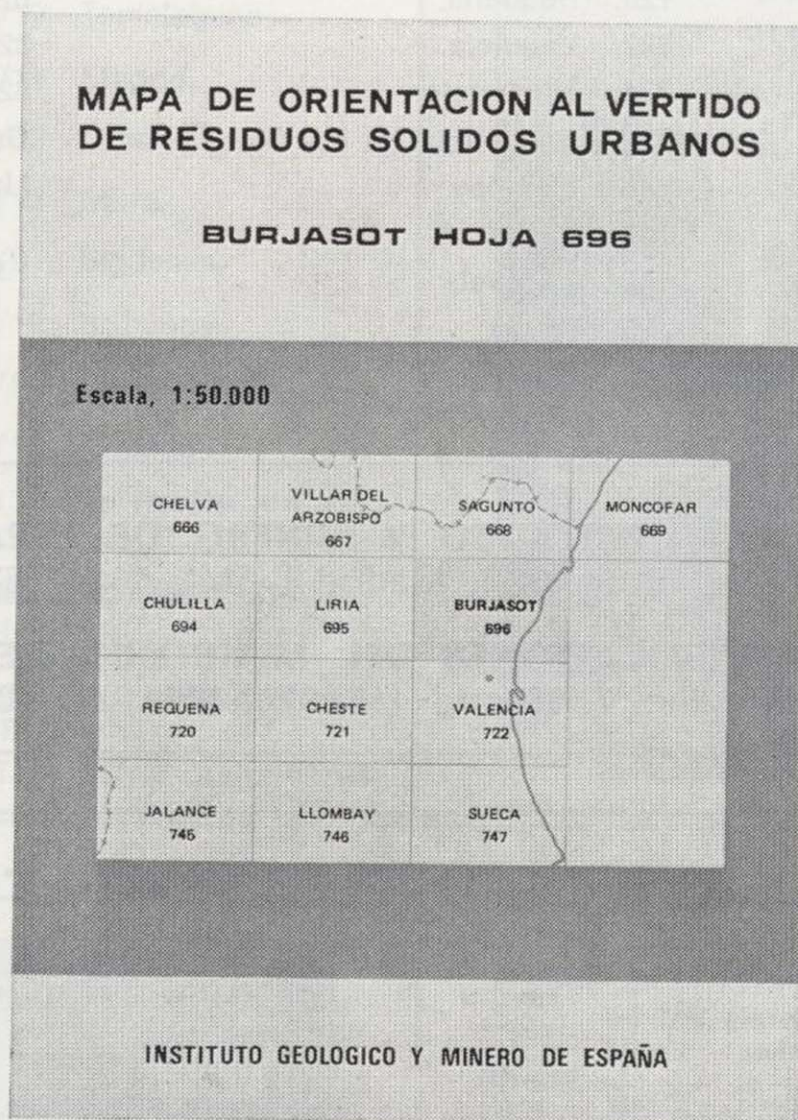
El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible la vulnerabilidad de las aguas subterráneas,

ha sido el mapa de orientación al vertido, que, por otra parte, representa un ejemplo de lo que la ciencia geológica e hidrogeológica puede aportar al complejo proceso de ordenación del territorio.

El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos sólidos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede utilizarse también como indicador de los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea debida a actividades tales como el vertido de aguas fecales, el empleo excesivo de pesticidas, etc. En el caso de residuos industriales, y dada la amplia gama de composición posible, el mapa deberá utilizarse teniendo en cuenta cada caso particular; los criterios son mucho más restrictivos en el caso de productos tóxicos o peligrosos.

La primera fase del programa de preparación de estos mapas, a escala 1:50.000, comprende los siguientes:

- Cuenca del Júcar: 24 hojas de la zona costera de Alicante, Valencia y Castellón y zonas de influencia.
- Cuencas del Sur: 6 hojas de la Costa del Sol y zonas de influencia.
- Cuenca del Guadalquivir: 5 hojas de las áreas de influencia de Granada, Sevilla y Huelva.
- Cuenca del Segura: 5 hojas en la zona del Alto Vinalopé y cuencas costeras de Alicante (Costa Blanca).
- Cuenca Alta del Guadiana: 5 hojas en las zonas de influencia de Ciudad Real y pueblos de la Mancha.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS E. 1:50.000

Hojas publicadas:

Precio del ejemplar: 500 ptas.

ZONA DE ALMERIA

571. Vinaroz.	720. Requena.	821. Alcoy.
640. Segorbe.	722. Valencia.	822. Benisa.
641. Castellón de la Plana.	724. Lluchmajor.	823. Jávea.
668. Sagunto.	737. Villarrubia de los Ojos.	Guadalhorce Bajo (Málaga).
669. Moncófar.	746. Llombay.	Llanos de Antequera, zona occi- dental.
671. Inca.	747. Sueca.	1.023 Llanos de Antequera, zo- na oriental.
696. Burjasot.	760. Daimiel.	
698. Palma.	795. Játiva.	
699. Porreres.	796. Gandía.	

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Mapa Geotécnico de ordenación territorial y urbana de la subregión de Madrid. Escala 1:100.000

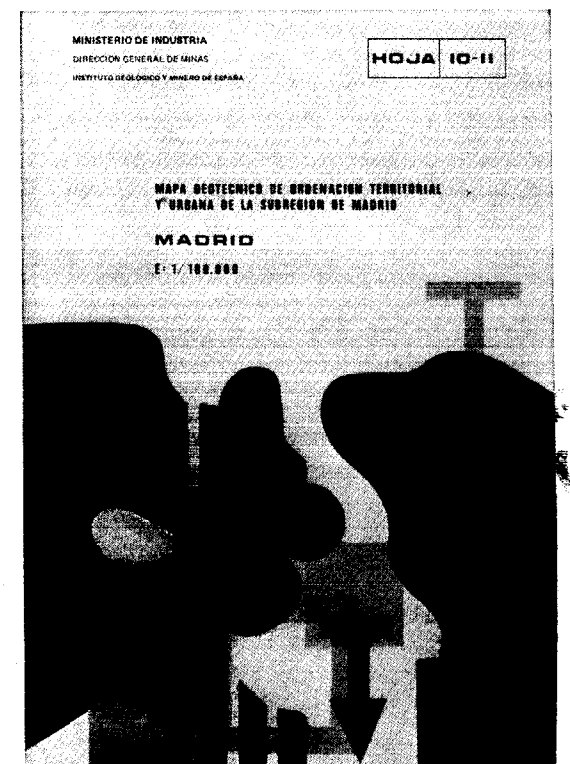
Realizado por la División de Geotecnia del IGME
Mapas y Memorias publicados:

Hoja n.º	Hoja n.º
8/11 Avila de los Caba- lleros.	10/9 Riaza.
8/12 Arenas de San Pedro.	10/10 Torrelaguna.
8/13 Talavera de la Reina.	10/11 Madrid.
9/10 Segovia.	10/12 Getafe.
9/11 San Lorenzo de El Escorial.	10/13 Mora.
9/12 Navalcarnero.	11/9 Sigüenza.
9/13 Toledo.	11/10 Brihuega.
	11/11 Guadalajara.
	11/12 Tarancón.

Precio de cada ejemplar, 600 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

**SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO
DE INDUSTRIA**
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



OTRAS PUBLICACIONES CARTOGRAFICAS

Mapas Geológicos Varios

	Ptas.
— Geológico de la Isla de Fuerteventura - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Isla de Gran Canaria - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Isla de Lanzarote - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Isla de Tenerife - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la provincia de Guipúzcoa - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Cuenca del Duero - Escala 1:250.000	500
— Petrográfico y estructural de Galicia - Esc. 1:400.000	500
— Litológico de España - Escala 1:500.000	2.000
— Sismotécnico de la Península Ibérica - Escala 1:2.500.000	300

Mapa Geológico Nacional - Escala 1:400.000

La edición completa se compone de 64 hojas, en existencia las siguientes:

Hoja n.º	Ejemplar: 500 ptas.
1/2. La Coruña.	
4. Costa de Santander y Vizcaya.	
9/10. Pontevedra, Lugo y Orense.	
11. León.	
12. Vizcaya y Burgos.	
14. Pirineo Leridano y Oscense.	
17/18. Orense, Zamora y Norte de Portugal.	
52. Granada.	
59. Algeciras.	

Mapas Geológicos Provinciales - Escala 1:200.000

En existencia los siguientes: Ejemplar: 500 ptas.

Hoja n.º	Hoja n.º
1. Almería.	7. Madrid.
3. Cáceres.	8. Murcia.
4. Cádiz.	9. Salamanca.
5. La Coruña.	10. Valencia.

Mapas Geológicos - Escala 1:1.000.000

— Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (6.ª edición)	500 ptas.
— Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias	500 ptas.
— Tectónico de la Península Ibérica y Baleares	600 ptas.
— de Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos	500 ptas.

Mapa Metalogénico de España - Escala 1:1.500.000

La colección completa consta de 17 hojas y memorias referidas a las siguientes sustancias:

Hoja n.º	Hoja n.º	Hoja n.º
1. Aluminio.	7. Flúor.	13. Níquel.
2. Azufre.	8. Fosfatos	14. Oro.
3. Bismuto.	9. Hierro.	15. Potasa-Sal común.
4. Plomo-Cinc.	10. Hulla.	16. Titanio.
5. Cobre.	11. Manganeso.	17. Wolframio.
6. Estaño.	12. Mercurio.	

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

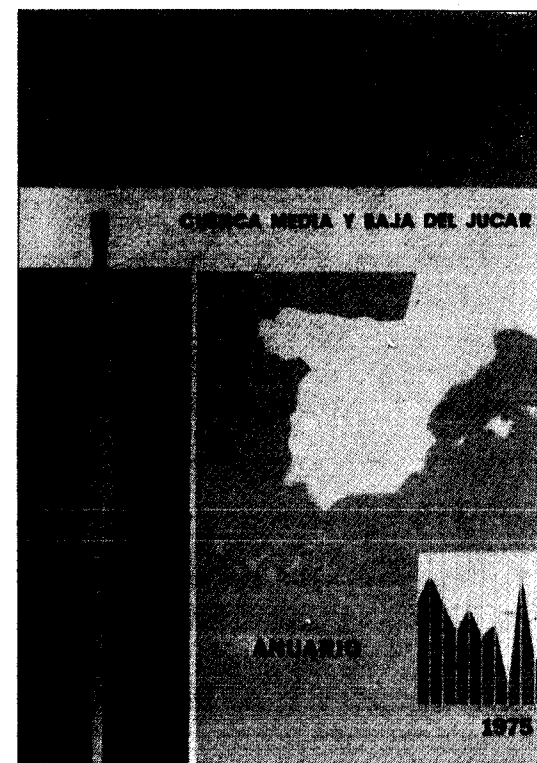
Anuario de la evolución de los niveles piezométricos en los sistemas acuíferos españoles.

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 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67
**SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO
DE INDUSTRIA**
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



Mapa Geotécnico de ordenación territorial y urbana de la subregión de Madrid. Escala 1:100.000

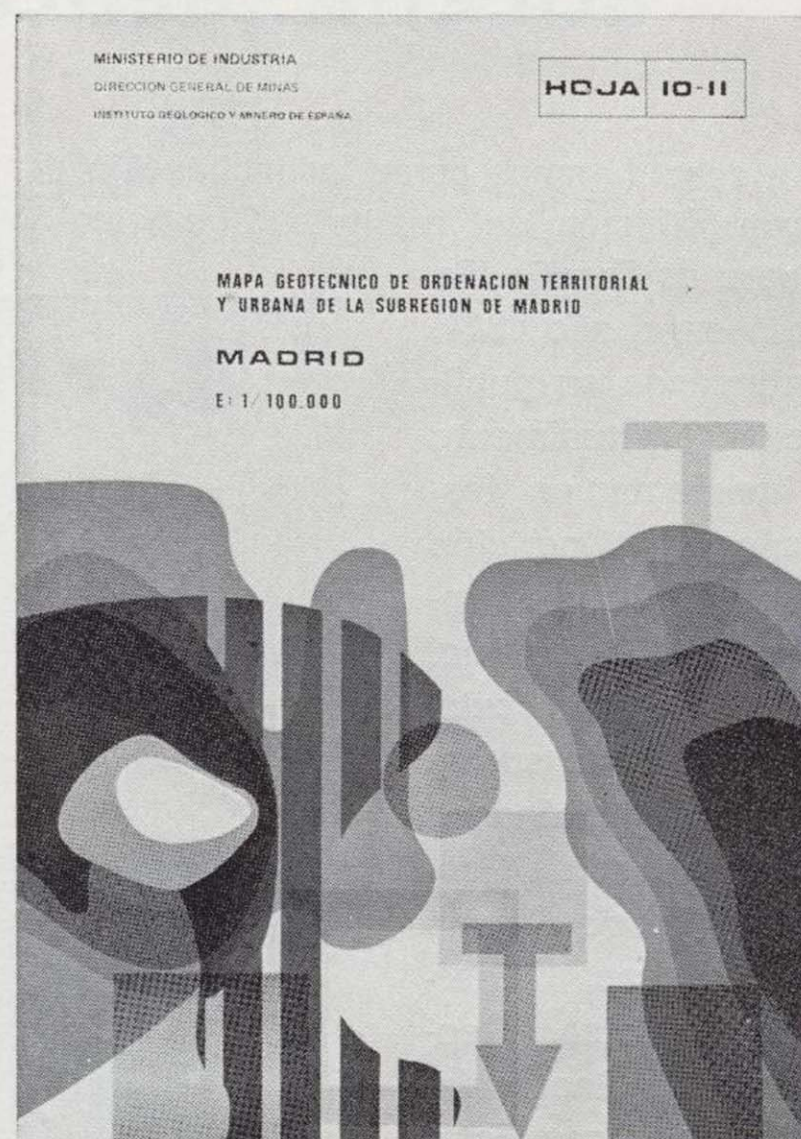
Realizado por la División de Geotecnia del IGME
Mapas y Memorias publicados:

Hoja n.º	Hoja n.º
8/11 Avila de los Caballeros.	10/9 Riaza.
8/12 Arenas de San Pedro.	10/10 Torrelaguna.
8/13 Talavera de la Reina.	10/11 Madrid.
9/10 Segovia.	10/12 Getafe.
9/11 San Lorenzo de El Escorial.	10/13 Mora.
9/12 Navalcarnero.	11/9 Sigüenza.
9/13 Toledo.	11/10 Brihuega.
	11/11 Guadalajara.
	11/12 Tarancón.

Precio de cada ejemplar, 600 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

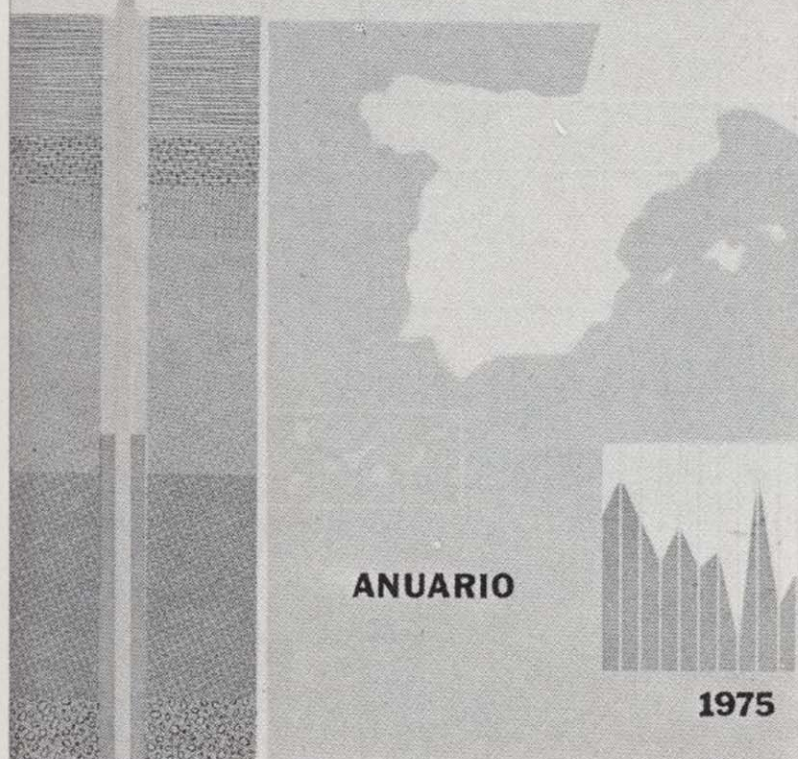
SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EVOLUCION DE NIVELES PIEZOMETRICOS EN LOS SISTEMAS ACUIFEROS

CUENCA MEDIA Y BAJA DEL JUCAR



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 Gadiana.
- 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 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO

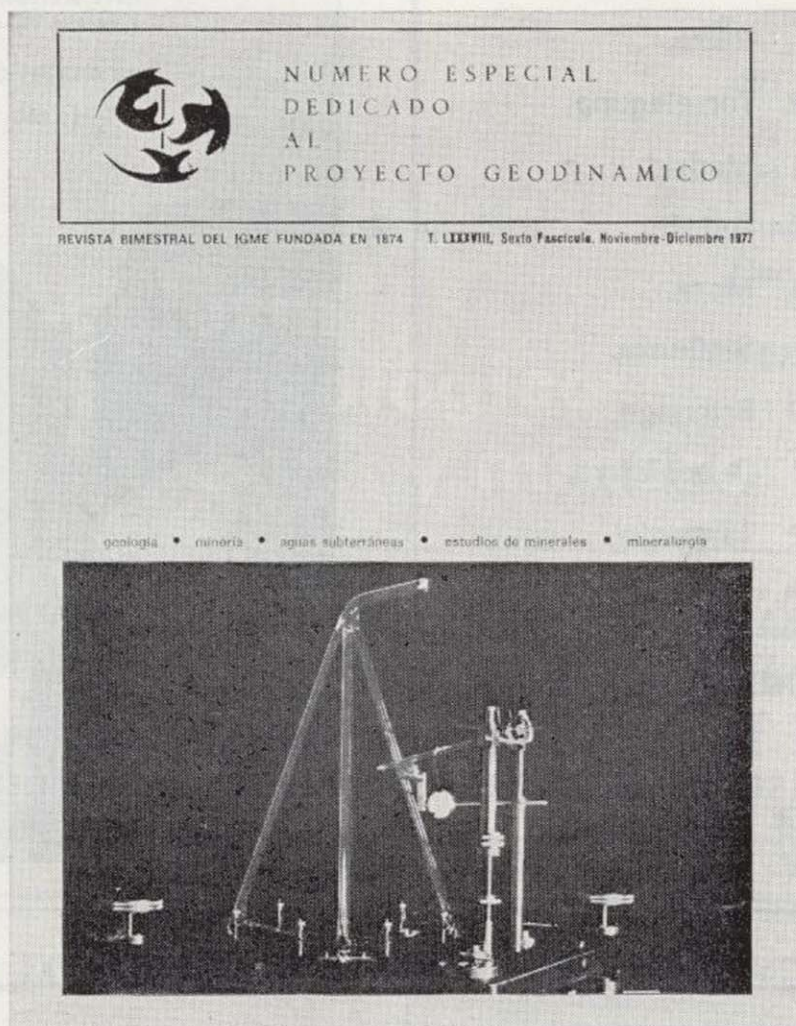
Precio: 300 ptas.

La consideramos como la publicación de mayor difusión del Instituto Geológico y Minero de España. Se inició en el año 1874, continuando su publicación. Actualmente se presenta en fascículos de aparición bimestral, que componen al año un tomo.

Es la primera revista española de su especialidad, tratándose en ella temas de Geología, Minería, Aguas Subterráneas, Energía, Geofísica, Geoquímica, Geotecnia, Geonucleónica y Estudio de Minerales y Rocas. Contiene además una parte fija dedica-

da a Información General, Noticias, Notas Bibliográficas, Información legislativa, etc.

El último tomo publicado es el 90, que corresponde al año 1979 (fascículos I al VI) y comprende trabajos de Geología, Minería, Aguas Subterráneas y de Estudios de Minerales y Rocas, que hacen un total de 636 páginas, incluidas las dedicadas a diversos temas de información, así como los índices por materias y autores de dicho tomo. También están publicados los fascículos I y II correspondientes al año 1980.



Boletín Geológico y Minero

Revista bimestral de geología económica industrias extractivas y de su beneficio

BOLETIN DE SUSCRIPCION

Suscripción anual (6 números)
 ESPAÑA e IBEROAMERICA 1.400 ptas.
 DEMAS PAISES 1.500 ptas.

Nombre, Organismo o Empresa

Profesión

Dirección Teléfono

Ciudad (provincia) D. P.

País

Fecha

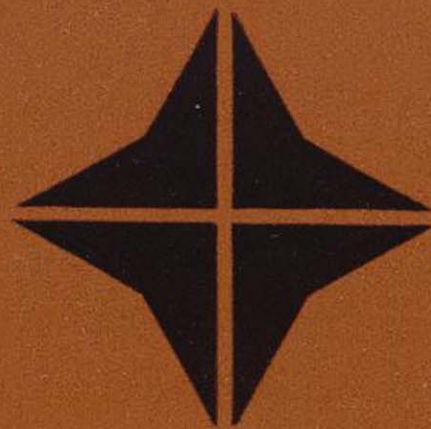
FIRMA

FORMA DE PAGO

Contra reembolso.

Talón nominativo.

*La inversión
requiere un buen proyecto*



intecsa

INTERNACIONAL DE INGENIERIA
Y ESTUDIOS TECNICOS S. A.



EN PROSPECCION DE RECURSOS NATURALES

- * GEOLOGIA
- * AGUAS SUBTERRANEAS
- * EXPLORACION MINERA
- * EXPLORACION PETROLERA
- * SONDEOS
- * ROCAS INDUSTRIALES
- * GEOTERMIA
- * GEOTECNIA
- * GEOFISICA
- * LABORATORIOS



**Compañía
General de
Sondeos, S.A.**

OFICINAS CENTRALES: Corazón de María, 15 - Tel. 416 85 50* - MADRID-2
Portal de Castilla, 46 - Tel. 22 36 04* - VITORIA

LABORATORIOS: San Roque, 3 - Majadahonda (MADRID)