

En este número:

- Trampas de petróleo de origen diagenético (Ejemplos-aplicaciones y posibilidades en España).
- Tipos de ambientes y de sedimentos en las playas arenosas de la región de Cabo Peñas (Asturias).
- Premières datations radiométriques par la méthode potassium-argon des granitoides de la Sierra Morena occidentale (Province de Badajoz, Espagne): Conséquences géologiques et metallogéniques.
- Concentración del mineral de hierro y de la pirita contenidos en la mena tipo «gossan» de la mina «Camargo» (Santander).
- Estudio hidrogeoquímico de la cuenca alta del río Nervión (Vizcaya y Alava).
- La Paligorskita de Tabladillo (Guadalajara).

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. XCII, Quinto Fascículo. Sep.-Octubre 1981

boletín geológico y minero

23 DIC. 1981

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





Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A.

**EXPLORACION,
INVESTIGACION E
INGENIERIA DE
DESARROLLO DE
RECURSOS DEL
SUBSUELO**

- Geológicos.
- Minerales.
- Hidrogeológicos.
- Geotérmicos.
- Geotécnicos.

**PROTECCION
DEL MEDIO**

- Tratamiento de residuos sólidos urbanos e industriales.
- Ordenación geológica de la infraestructura para el desarrollo regional.

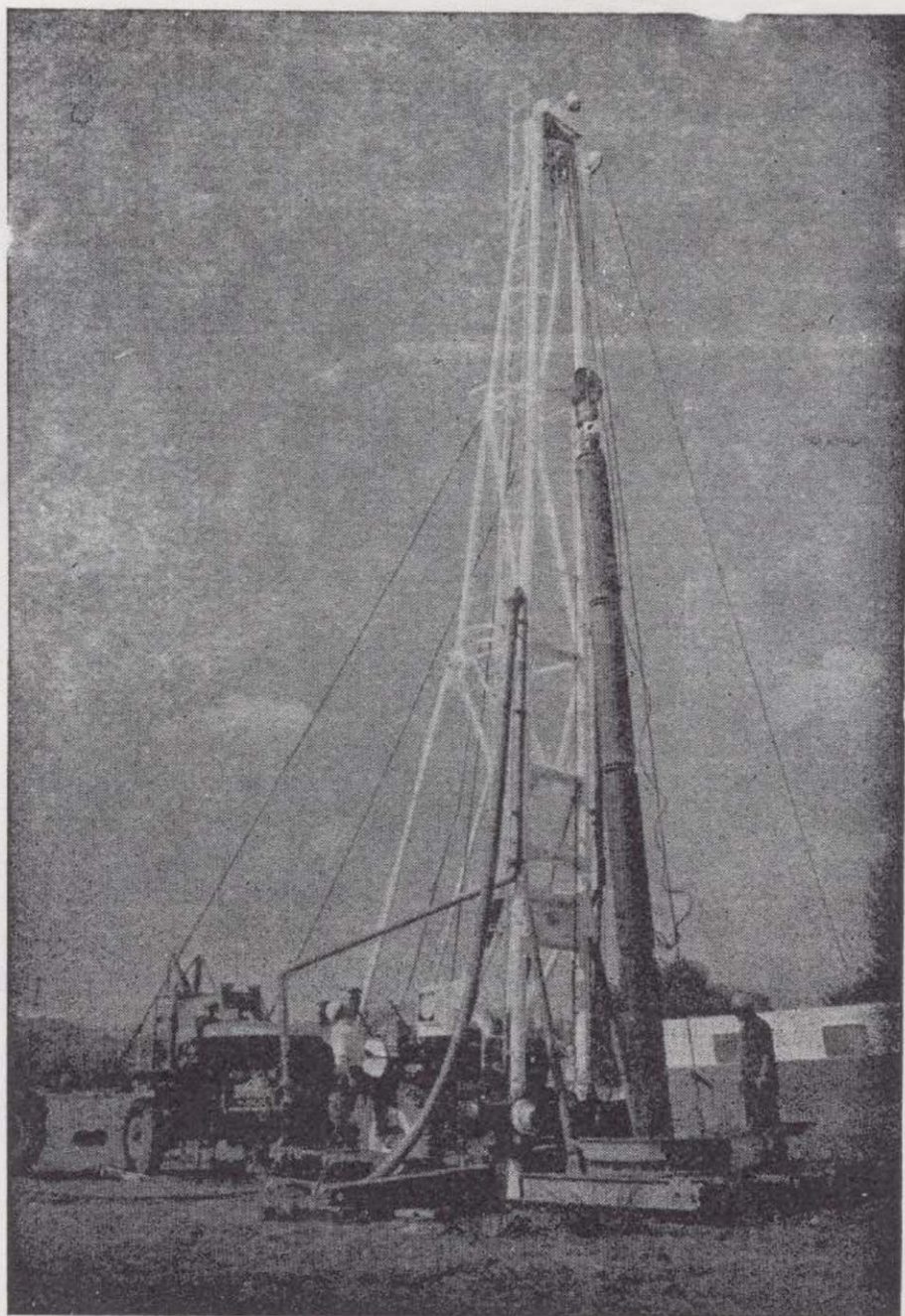
**FINANCIACION
DE INVERSIONES**

- Planificación.
- Investigación. (interior y exterior).
- Revalorización de los recursos naturales.

**SERVICIOS
ESPECIALIZADOS EN:**

- Geología.
- Geofísica.
- Geoquímica.
- Geotécnica y Geomecánica.
- Mineralogía y Metalquímica.
- Mineralurgia.
- Hidrogeología.
- Geomatématica.
- Planta piloto de residuos sólidos urbanos.
- Planta piloto de concentración de minerales.
- Documentación.
- Economía mineral.
- Sondeos.

DOMICILIO SOCIAL : Serrano, 116 - Telf. 262 41 10 - MADRID-6
CENTRO DE INVESTIGACION "JUAN GAVALA": Ctra. de Andalucía, Km. 12 - Telf. 797 34 00
Télex 42083 - geo-e - GETAFE (MADRID).



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

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

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

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

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

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

MADRID - 16

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

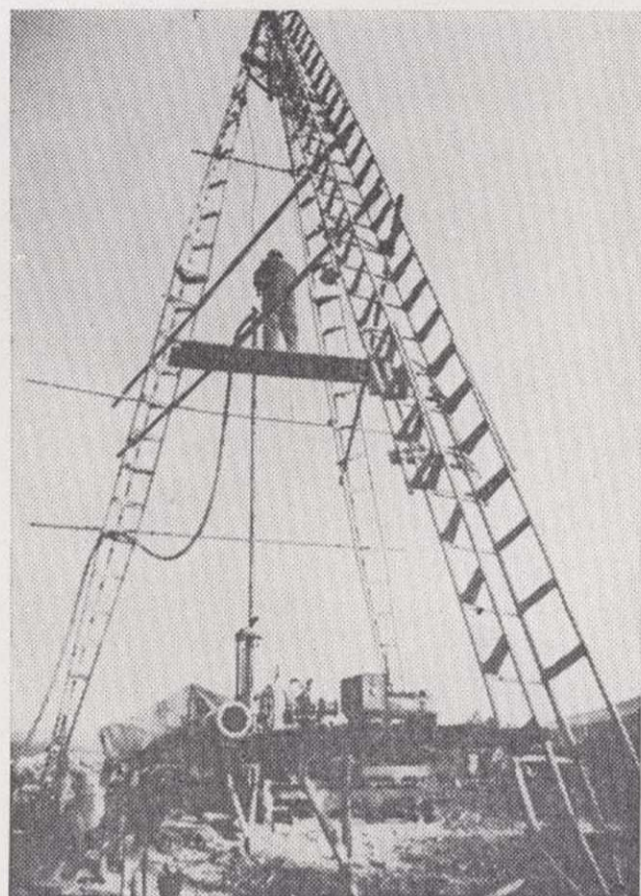
Testiguo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm. Sacamuestras especiales a percusión.

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

IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

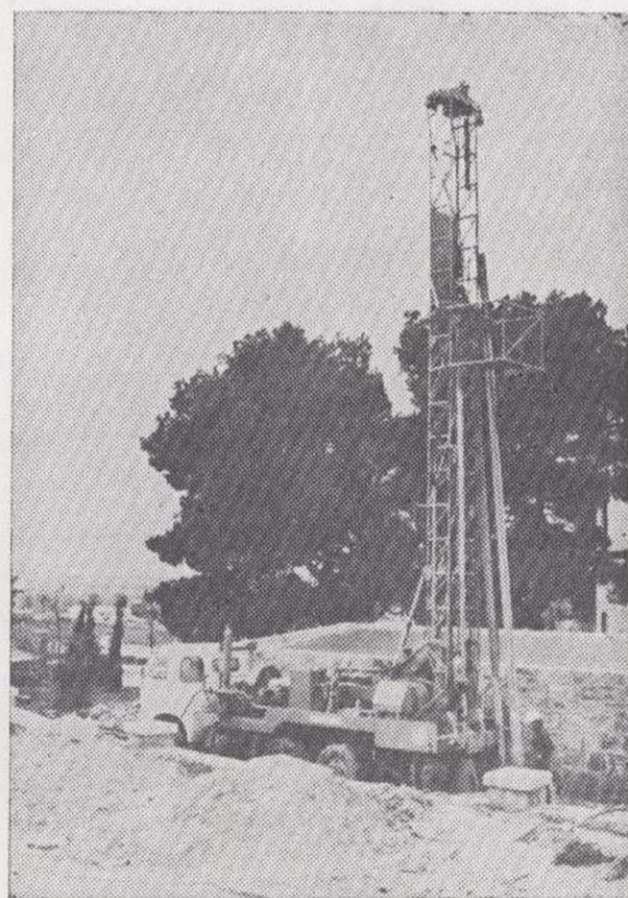
Al servicio de la Perforación desde 1954

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.

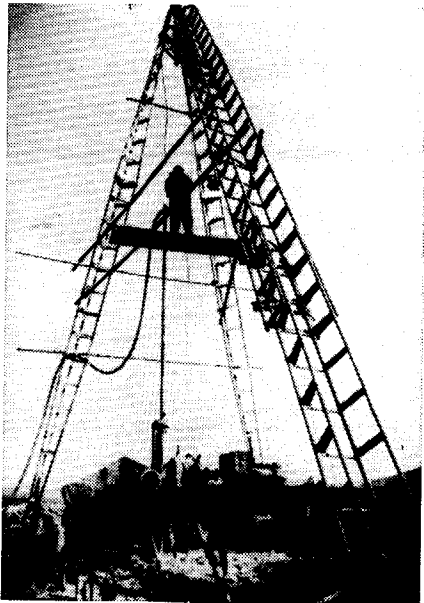


LOPEZ DE HOYOS, 13, 1.º
TELF. 261 08 07-MADRID-6

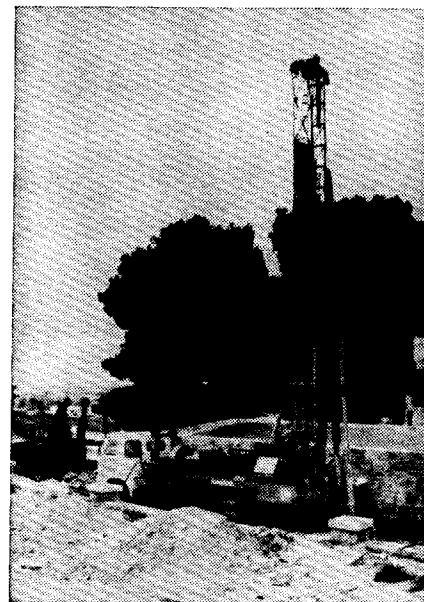
IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

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



TODA LA RIQUEZA MINERA EN SUS MANOS MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

Serie de 93 hojas con memoria descriptiva



El más completo catálogo de nuestras posibilidades mineras, realizado por el

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EDITADO Y DISTRIBUIDO POR

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Doctor Fleming, 7, Madrid-16
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23, Madrid-3

TODA LA RIQUEZA MINERA EN SUS MANOS MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

Serie de 93 hojas con memoria descriptiva



El más completo catálogo de nuestras posibilidades mineras, realizado por el

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA


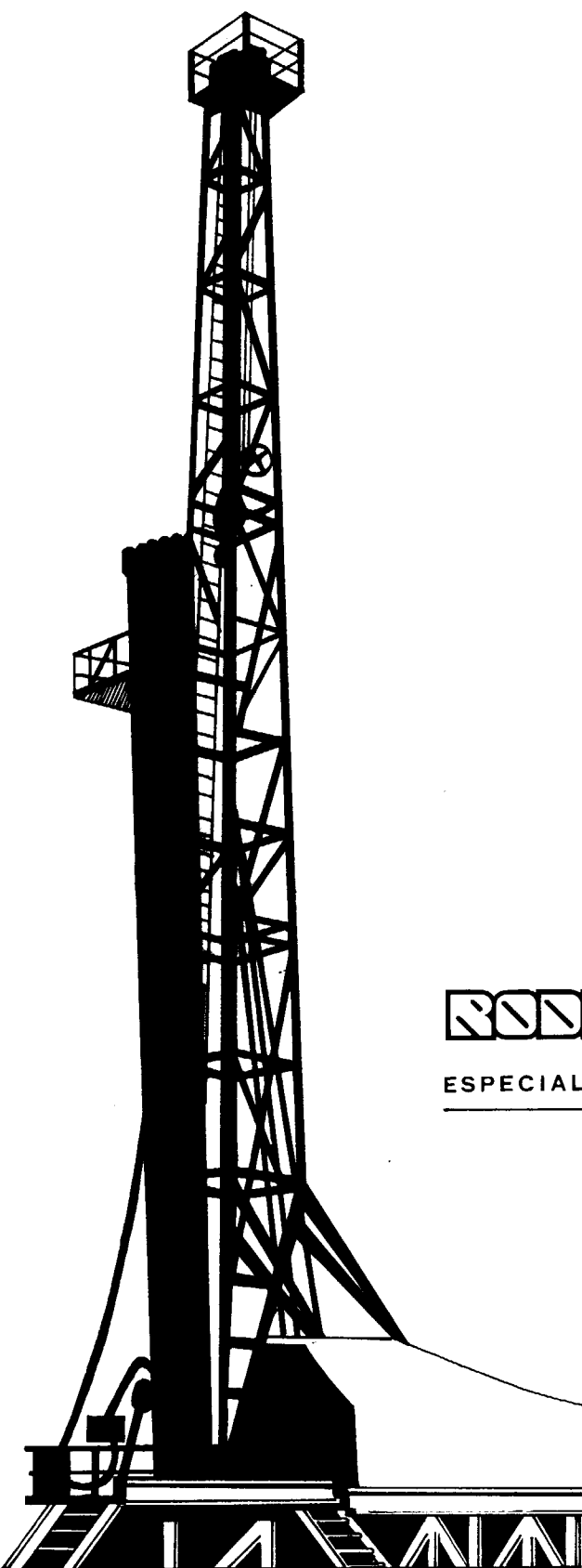
EDITADO Y DISTRIBUIDO POR

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Doctor Fleming, 7, Madrid-16

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23, Madrid-3



RODES SONDEOS S.A.
ESPECIALISTAS EN AGUAS SUBTERRANEAS

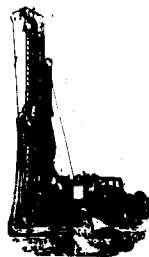
VILLENA
(Alicante)

Avda. de la Constitución 21 entlo. Tel. 800983



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 92

Fascículo V

Septiembre - Octubre 1981

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología	R. SOLER y JOSÉ: Trampas de petróleo de origen diagenético (Ejemplos-aplicaciones y posibilidades en España)	1
	G. FLOR: Tipos de ambientes y de sedimentos en las playas arenosas de Cabo Peñas (Asturias)	48
	R. DUPONT, E. LINARES et J. PONS: Premières datations radiométriques par la méthode potassium-argon des granitoides de la Sierra Morena occidentale (Province de Badajoz, Espagne): Conséquences géologiques et metallogéniques	30
Minería	JOSÉ M. FERNÁNDEZ BECERRIL y R. ALVAREZ RODRÍGUEZ: Concentración del mineral de hierro y de la pirita contenidos en la mena tipo «gossan» de la mina «Camargo» (Santander)	35
Aguas subterráneas	J. CRUZ-SANJULIÁN y F. SÁENZ DE ECHENIQUE: Estudio hidrogeoquímico de la cuenca alta del río Nervión (Vizcaya y Alava)	43
Estudio de minerales y rocas	J. M. MARTÍN POZAS, M. SÁNCHEZ CAMAZANO y J. M. MARTÍN-VIVALDI MARTÍNEZ: La Paligorskita de Tabladillo (Guadalajara)	55
Información	Noticias.—Notas bibliográficas	63

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.

EXPLICACION DE LA PORTADA
Calizas oolíticas del Cenomaniense
(Serranía de Cuenca)
Foto: J. Menduïña

ISSN 0366 - 0176
Depósito legal: M. 3.279 - 1958

Trampas de petróleo de origen diagenético (Ejemplos-aplicaciones y posibilidades en España)

Por R. SOLER Y JOSE (*)

RESUMEN

Diagénesis mineral y «maduración» de la materia orgánica son procesos simultáneos en un sedimento. La primera afecta a las características de una roca almacén en el momento de generación de petróleo debido a la segunda. Existen así posibles comparaciones y correlaciones entre ambos procesos y, sobre todo, efectos de interacción. Los hidrocarburos inhiben la cementación de las rocas porosas, de donde nace el concepto de trampa diagenética y la presencia de yacimientos con unas características propias de presiones anormales y contactos petróleo-agua «fósiles». La exploración y explotación de estos yacimientos obliga a una metodología específica. Se citan ejemplos en Kuwait y Delta del Ebro, así como otras posibilidades futuras en España.

ABSTRACT

During the lithification of sediments, mineral diagenesis and organic matter maturation are continuous and simultaneous processes. Mineral diagenesis affects the petrophysical properties of a reservoir (porosity-permeability) and as a consequence of the organic matter maturation oil appears within the sediments. Since the two processes are simultaneous, correlation and interaction effects can be established.

The existence of hydrocarbons inhibits secondary cementation of a reservoir, therefore some high pressured oil fields with tilted oil-water contact can be considered as diagenetic traps. The specific methodology used in the exploration of these traps is presented with some examples of Kuwait and the Spanish Mediterranean. The scope of future prospects of these kind in Spain is also included.

RESUMÉ

Diagenèse et maturation de la matière organique sont des phases de transformation simultanées, liées à l'enfouissement des sédiments plus ou moins lithifiés. La première est en train de modifier les caractéristiques pétrophysiques de la roche réservoir au moment de la ségrégation du pétrole due à la seconde. On peut donc établir une corrélation entre les deux types de transformation et étudier ses interactions. Les hydrocarbures ont un important effet d'inhibition sur la cimentation des roches poreuses et, par conséquent, certains gisements à haute pression avec interface pétrole-eau «fossile», peuvent être considérés comme «pièges diagenétiques». Une méthodologie spécifique doit être appliquée dans l'étude de ces pièges. Nous présentons des exemples du Kuwait et de la Méditerranée espagnole ainsi que des futures applications en Espagne.

I. CORRELACION E INTERACCION ENTRE DIAGENESIS MINERAL Y TRANSFORMACION DE LA MATERIA ORGANICA

Los procesos de diagénesis tienen como efecto principal alterar las condiciones originales de porosidad y permeabilidad de un sedimento que se transforma en roca bajo la carga progresiva

de nuevos depósitos. La roca almacén, necesaria para una acumulación económica de hidrocarburos, está condicionada tanto por la naturaleza mineralógica original del sedimento como por sus transformaciones diagenéticas: compactación, cementación, recristalización, reemplazamiento, etcétera. En general, estas transformaciones disminuyen los valores iniciales de porosidad-permeabilidad en situaciones de presión-temperatura creciente, tanto en sedimentos clásticos como carbonatados, según una serie de procesos bien co-

(*) De ENI-EPSA-HISPANOIL.

nocidos: presión de disolución intergranular, removilización y subsiguiente cementación; arcillas autigénicas, etc. No obstante, los procesos diagenéticos no deben ser únicamente considerados como destructores de porosidad. Diversos procesos pueden originar mejoras en la porosidad *útil*: transformaciones polimorfas que impliquen disminución en volumen (dolomitización de calizas) o redistribución favorable de tallas de cristales y poros (pérdidas de porosidad total, pero aumento de tamaño e interconexión de los poros); procesos de lixiviación (eliminación de cementos carbonatados en areniscas, por ejemplo), etc. Todo ello con independencia de fenómenos de fracturación —diagenética o tectónica— y sin recurrir a fases intermedias de meteorización por exhumación.

Ahora bien, uno de los componentes normales de casi todo sedimento es la materia orgánica animal, vegetal o mixta (0,5 a 5 por 100 en peso), que va a sufrir en las condiciones anaerobias de soterramiento unos procesos diagenéticos en su transformación en petróleo, progresivos y simultáneos con los del sedimento inorgánico. Estos procesos son conocidos en la literatura anglosajona a partir de 1975 como «metamorfismo orgánico», término que prevaleció sobre otros diversos sinónimos: «Eometamorfismo», «Metamorfismo incipiente», «Catagénesis»... En los estudios de transformación de la materia orgánica suele destacarse el factor temperatura frente a la presión o el poder catalítico de las montmorillonitas, mientras que en la diagénesis mineral hasta los estados metamórficos de bajo grado tienden a destacarse ambos factores simultáneamente.

En el campo de la geología del petróleo utilizamos el término diagénesis en su sentido más amplio. Algunas distinciones o subdivisiones, a veces controvertidas, están consagrándose por el uso: «Diagénesis» en sentido estricto (soterramiento moderado) en la que la materia orgánica se transforma progresivamente por policondensación en materia insoluble («Kerógeno»). «Catagénesis» (uno a pocos kilómetros de soterramiento) en la que el kerógeno pasa a petróleo líquido y, sucesivamente, a gas húmedo y gas seco («metano termal») con temperaturas crecientes. «Metagénesis» (varios kilómetros de soterramiento) y «Anquimetamorfismo», que aún puede generar metano por «cracking» final de los hidrocarburos anteriores.

Paralelamente, diagénesis implica compactación-consolidación de sedimentos, catagénesis los primeros cambios en la fracción arcillosa y los fenómenos de disolución por presión intergranular y metagénesis el comienzo del metamorfismo e hidrotermalismo.

La catagénesis es la fase clave, al coincidir la segregación del petróleo con procesos de cementación simultáneos destructores de posibles rocas almacén.

El término «metamorfismo orgánico» es quizá peligroso, dado que la zona de generación de petróleo líquido y gas seco existe en un entorno de temperaturas de 66°-200° C (150°-400° F), inferiores a las del metamorfismo mineral y dentro del campo de la diagénesis en sentido amplio.

Diagénesis y maduración orgánica tienen, además, efectos de interacción. La degradación bioquímica de la materia orgánica de las primeras fases de la diagénesis por fermentación anaeróbica (acción de bacterias que toman el oxígeno de las formas oxidadas de materia orgánica como los carbohidratos) origina la formación de productos secundarios: CO₂, NH₄, CH₄, H₂O; al cambiar las condiciones de pH y Eh pueden producirse precipitaciones inmediatas de SiO₂ y CO₃ Ca (cementación temprana), o por el contrario, lixivitaciones por ácido carbónico de cementos carbonatados en areniscas, fenómenos de dolomitización, es decir, creación de porosidad secundaria. La presencia de bacterias sulfo-reductoras origina la transformación de los sulfatos en azufre y sulfhídrico, tan frecuentes en los campos de petróleo.

La interacción entre materia mineral y moléculas orgánicas puede ser tan simple como una absorción física por fuerzas de Van der Waals o tan compleja como la formación de compuestos órgano-minerales (órgano-arcillosos sobre todo). Se conoce mal la reacción de estos compuestos en situaciones geológicas variables: arcillas hinchables con capas alternadas orgánicas y minerales, trampas en canales de zeolitas, etcétera. Su estudio es de gran importancia para conocer los procesos de migración del petróleo. Las arcillas, en general, tienden a estabilizar los aminoácidos y a facilitar la descomposición de los lípidos. Los ácidos orgánicos poseen una capacidad de disolución mineral no despreciable y tienden a formar productos insolubles con iones

Ca y Mg, por ejemplo. Un importante campo experimental futuro deberá desarrollarse en este campo mixto orgánico-mineral.

Pero quizá el efecto más importante en exploración de petróleo será el efecto inhibidor de cementaciones o de aparición de arcillas autigénicas que preservan las condiciones de almacén de una roca (véase capítulo II).

Una primera conclusión práctica inmediata, dado el paralelismo de ambos procesos, es que el grado de diagénesis de un sedimento puede ser correlacionado con el grado de maduración orgánico, pese a sus metodologías de estudio diferentes. Uno u otro pueden extrapolarse o deducirse en ausencia de uno de ellos con las lógicas precauciones. Un resumen de técnicas de investigación combinadas están resumidas en el cuadro número 1: Técnicas geoquímicas sobre la materia orgánica dispersa —D.O.M.—. Técnicas mineralógicas sobre el sedimento inorgánico.

En exploración de petróleo nos interesa la cantidad, calidad y grado de transformación (maduración) de la materia orgánica dispersa. El concepto cantidad es elemental y directo. La calidad controla la capacidad de generación de petróleo: un sapropel con abundantes restos planktónicos, ricos en grasas y proteínas, originará mayor cantidad de hidrocarburos que los restos de origen vegetal, ricos en lignina —alto contenido en carbono— a igualdad de materia orgánica en peso (el cuadro número 1 se aplica básicamente a sedimentos sapropélicos). La transformación o evolución térmica tiene unos límites de temperaturas definidos que pueden ser transformados en profundidades o potencias sedimentarias de acuerdo con el grado geotérmico regional.

No entraremos en el detalle de las técnicas de estudio de la materia orgánica, para las que incluimos en anexo un glosario y una amplia lista bibliográfica específica. No existe un método definitivo y perfecto. Al igual que en estudios micropaleontológicos, existe el problema general de la materia orgánica resedimentada con menor posibilidad de separación de alóctonos; las limitaciones de precisión instrumental, las subjetivas escalas de los métodos ópticos, el aún más importante desconocimiento químico-molecular de los productos orgánicos en evolución sucesiva, etcétera, obligan, al menos, a varios análisis seriados de diferentes técnicas, para concluir estadística-

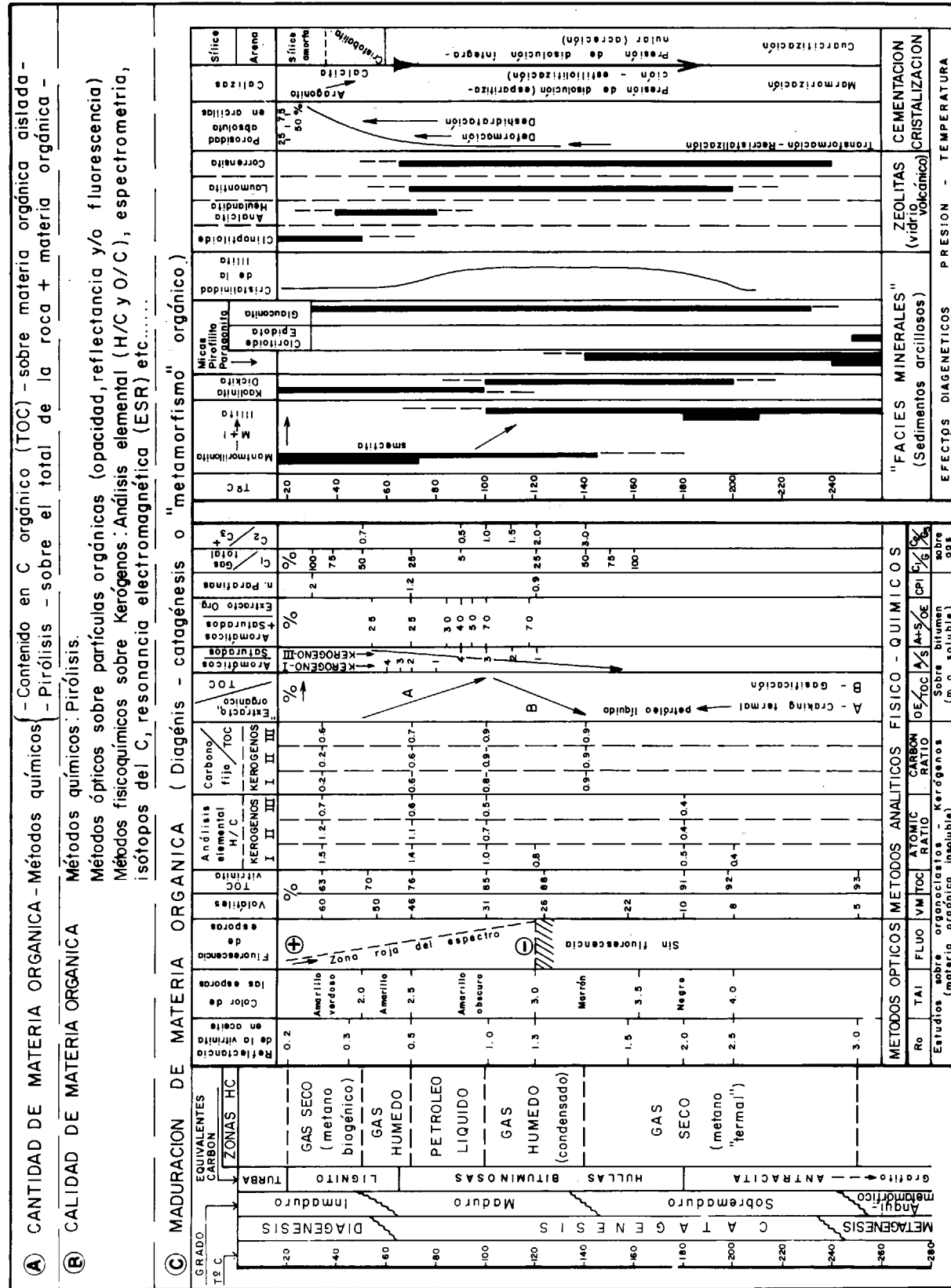
mente en temas de este tipo. No obstante, los estudios de geoquímica orgánica, no hace muchos años considerados académicos, tienen ya una vertiente práctica aplicada a la exploración de petróleo. La toma de muestras para estudio de rocas madre es ya habitual en los planteamientos a nivel de cuenca geológica, tanto en muestras de campo (con el problema de meteorización actual más o menos profunda) como en los ripios de sondeo. La presencia de un palinólogo en un equipo de perforación, indicando cuándo se alcanza el límite de existencia de petróleo por la alteración termal de esporas, o la incorporación de instrumental integrado a las cabinas de control geológico de perforación, capaz (por pirólisis) de dar los parámetros básicos (tipo de materia orgánica y grado de evolución), es cada vez más frecuente.

Los métodos mineralógicos paralelos y simultáneos mantienen su vigencia en el establecimiento de escalas o zonas diagenéticas: evolución montmorillonita (smectita)-illita, paso de la kaolinita a su variante dickita. La aparición de micas diagenéticas (también existe el problema de la resedimentación) suele marcar la zona de gas seco termal. Cloritoides y epidota con la destrucción de la glauconita marca el comienzo del anquimetamorfismo y la no existencia de hidrocarburos.

Cada laboratorio suele tener su escala mineralógica e inversamente cada cuenca, en función de su petrología propia, presenta peculiaridades más útiles que otras. Un caso real bien estudiado son los clásticos cretáceo-terciarios del Japón; la riqueza en vidrios volcánicos permite establecer una zonación diagenética-metamórfica con las profundidades, mediante el estudio de las zeolitas y la sílice derivados de aquellos (AOYAGI, 1967 y 1980).

Otros métodos analíticos suministran datos complementarios útiles: el aumento con la profundidad de la cristalinidad de la illita (medida en un difractograma por la anchura a media altura del pico de 10A, por ejemplo).

Retengamos como conclusión general que una cuenca que presente potencias sedimentarias superiores a 2.000 metros —en función del grado geotérmico— podrá generar hidrocarburos. El problema teórico será qué diagénesis domina, si la orgánica que introduce en el medio un elemento nuevo (petróleo) o la mineral destructora de almacenes.



II. INHIBICION DE PROCESOS DIAGENETICOS POR EL PETROLEO

El estudio de detalle de una serie de campos de petróleo mundiales ha ido poniendo en evidencia la importancia del papel inhibitor del petróleo sobre los procesos diagenéticos destructores de porosidad útil. Como hemos visto anteriormente, la generación de petróleo a partir de la materia orgánica y la mayor parte de las cementaciones o taponamientos (tras disolución por presión intergranular —arenisca y carbonatos «grainstone»— o en estiliolitos —carbonatos— y por aparición de arcillas autigénicas —sedimentos clásticos—) coinciden en un entorno de profundidad de soterramiento (presión y temperatura) similar. Este petróleo de migración primaria crea así un medio poco favorable para disoluciones y transformaciones —reemplazamiento de los componentes mineralógicos teóricamente inestables a dichas condiciones P/T.

Los hechos de observación directa demostrativos de estos efectos son:

- Comparación de los efectos diagenéticos diferentes dentro de un mismo tipo de roca almacén, según su situación en la zona de gas-petróleo o en la zona de agua de una misma trampa.
- Yacimientos petrolíferos con presiones anormalmente altas y cuyo mecanismo de producción primaria no es debido a empuje lateral/vertical del agua («High pressured depletion type reservoirs», en contraste con «Water drive type reservoirs»).
- Presencia de contactos o planos de petróleo-agua, inclinados en ausencia de acciones hidrodinámicas.
- Presencia de una capa de asfalto sólido en el contacto petróleo-agua que incomunica ambas zonas, en ausencia de acciones hidrodinámicas.

II.1. DIAGENESIS EN UN ALMACEN UNIFORME SEGUN EL FLUIDO PRESENTE

Existen ya numerosos ejemplos en la literatura profesional que muestran una degradación brusca de las propiedades petrofísicas (porosidad-permeabilidad) de un almacén uniforme en la zona

de agua comparada con la zona de petróleo. H. H. WILSON hizo una recopilación de los datos más significativos existentes en 1977:

Almacenes carbonatados

- Campo de Ekofisk (Mar del Norte) (SCHOLLE, 1976). Carbonatos cretáceos del Paleoceno-Cretáceo Superior. Cementados en los sinclinales y zona de agua de los yacimientos anticlinales. Buen almacén en la zona de petróleo anticlinal.
- Abu-Dhabi (CLARKE, 1975). Varios campos en carbonatos del Grupo Thamama (Cretáceo Inferior). Porosidades de hasta 35 por 100 en la zona de petróleo y porosidades hasta nulas en la zona de agua por cementación de esparrita con abundancia de estiliolitos.
- Irak (DUNNINGTON, 1960), Omán (TSCHOPP, 1967) y Mississipi (USA) (WILSON, 1975) muestran ejemplos similares.
- El papel de disolución-difusión-cementación de los estiliolitos ha sido descrito más específicamente por DUNNINGTON (1967).

Hispanoil, como operadora de la Kuwait Spanish Petroleum Co (KSPC), tuvo en Kuwait una amplia experiencia en este tipo de problemas, en uno de los miembros litológicos del Grupo Thamama: la formación oolítica Minagish. Esta formación es altamente productiva en la zona meridional de la dorsal anticlinal oriental del país. El bloque explorado por KSPC en la zona occidental correspondía a la posición sinclinal donde cabía esperar trampas estratigráficas de flanco a varios niveles. El «Minagish oolítico» mostró acumulaciones de petróleo en varios sondeos, aunque la producción fue considerada por debajo de los límites económicos de explotación por sus escasas reservas y la baja productividad por pozo para el standard de aquel país (inferior a 1.000 bopd). La zona de petróleo mostró porosidades del 15-20 por 100, con escasa cementación intergranular. Por el contrario, la zona de agua presenta notable pérdida de porosidad por presión de disolución intergranular y abundancia de estiliolitos de carga de hasta 25 cm. de «profundidad» que, en cálculos aproximados en función de su densidad, implicaban una redisolución del 20 por 100 de la masa calcárea y un abundante cemento libre para destruir la porosidad general en la zona no inhibida por el petróleo.

Los estiliolitos actúan como verdaderas barreras de permeabilidad a la circulación vertical de fluidos por su disposición horizontal, separando netamente ambas zonas y acumulando una película de asfalto residual. La trampa del petróleo es perfecta, dada la imposibilidad de migración secundaria en el caso de un cambio de las posiciones de equilibrio (basculamiento de la cuenca, p. ej.) entre la cobertura superior y la formación oolítica inferior cementada y estiliolitizada.

Almacenes arenosos

Diversos ejemplos en USA: arenisca del Cretáceo en Powder River-Montana-Wyoming (WEBB, 1974), del Pérmico en Colorado (LEVANDOWSKI et al, 1973), del Pennsylvaniense en Oklahoma (ADAMS, 1964); en Rusia, Isla Sakhalin (YURKOWA, 1970); en Argentina y Bolivia: Permo-Carbonífero preandino (REED, 1946; WEEKS, 1958), etc., han mostrado que las barreras de permeabilidad que separan, dentro del cuerpo arenoso, las acumulaciones de petróleo y agua es debida al desarrollo casi exclusivo de arcillas autigénicas en la zona de agua. FÜCHBAUER (1967) y HAWKINS (1978) destacan específicamente la coartación de cementaciones en las zonas impregnadas por petróleo.

Como conclusión práctica retengamos la importancia de la generación —migración— entrapamiento *primario* de petróleo en la preservación de porosidad. El efecto inhibitor tiene lugar por el reemplazamiento de la salmuera procedente del agua de formación o de inhibición por un fluido menos reactivo, al que se añade la coartación de la circulación de salmueras acuosas debido a la estratificación-entrampe de petróleo. Los efectos físico-químicos son menos conocidos, pero destaquemos los casos citados por KULBICKI y MILLOT (1980) y SOMMER (1978) en los que la kaolinita no se transforma en illita en presencia de hidrocarburos.

II.2. YACIMIENTOS PETROLIFEROS CON PRESIONES ANORMALMENTE ALTAS SIN «WATER DRIVE» ACTIVO

La mayor o menor capacidad de fluir el petróleo de un almacén, dato de importancia económica, está controlada por la presión del yacimiento y su mecanismo de producción primaria. Si un fluido a cierta profundidad estuviera conectado a la superficie (marina o terrestre), su presión

sería la presión hidrostática (en términos prácticos 100 kg/cm² por 1.000 metros de profundidad o ligeramente superior en el caso de agua salada). Admitimos, en principio, como es el caso normal, que la presión litostática de las rocas suprayacentes es soportada en su totalidad por la propia roca almacén, estando los canales (porosidad) que ocupa el fluido libres de esta presión.

En el caso de los almacenes muy continuos y uniformes en una cuenca plegada la conexión lateral con superficie suele ser posible, los fluidos están a presión hidrostática; en este caso, la presión debida a los puntos de recarga más altos; el pozo será artesiano (figura 2). Los entrapamientos de petróleo se producen por la menor densidad de éste con respecto al agua, que le permite ascender y estratificarse en las culminaciones anticlinales, en ausencia de flujo hidrodinámico muy intenso.

En el caso de los almacenes aislados, los fluidos presentan una presión de confinamiento propia, mayor o menor que la hidrostática. Las presiones altas se producen frecuentemente con la profundidad creciente: la compactación y cementación diagenética parcial comprimen el fluido y la presión litostática se puede ejercer también, en parte, sobre el fluido. Un cambio geológico que implique situar (por basculamiento o plegamiento) un almacén de petróleo confinado a profundidad menor que la original, y pese a una tendencia al nuevo equilibrio, puede dar lugar a campos con presiones anormalmente altas a la profundidad actual. (Otros procesos bien conocidos dan también lugar a campos con presiones altas anormales: arcillas subcompactadas en series evaporíticas, p. ej., al no poder eliminar el agua de formación.)

En cuanto al mecanismo físico de producción primaria, al situar un yacimiento en condiciones de presión atmosférica mediante un sondeo, puede ser uno o una combinación de los procesos siguientes:

Gas disuelto («Dissolved gas drive»)

A las condiciones de presión-temperatura del yacimiento el petróleo líquido contiene una mayor o menor cantidad de gas disuelto. La expansión del gas a presión atmosférica produce energía para arrastrar el petróleo líquido, al aligerar la columna de fluido.

Gas libre («Gas cap drive»)

Cuando las condiciones de presión-temperatura son insuficientes para mantener todo el gas disuelto en la fase líquida se origina la zona de gas libre superior del yacimiento («gas cap»). Este gas presurizado suministra la energía necesaria para producir la fase líquida si el pozo entubado se completa en esta última (empuje vertical del gas por expansión). Este mecanismo completa al anterior de expansión del gas disuelto.

Empuje por agua («Water Drive»)

Es el proceso más común y práctico para el petróleo líquido. Pese a que el agua es considerada incompresible, el volumen de agua salada presurizada en el conjunto de un yacimiento suele ser muy superior al volumen de petróleo. Aunque la expansión del agua sea escasa, la diferencia de volúmenes globales crea una diferencia apreciable y un empuje del agua inferior sobre el petróleo suprayacente en las condiciones atmosféricas de producción. Si cualquiera de los otros dos mecanismos actúa, el petróleo extraído tenderá a ser sustituido en la zona porosa por el agua ascensional. Si, además, el acuífero no está confinado, como en el caso artesiano citado anteriormente, el empuje hidrodinámico activo es evidente. Cabría así diferenciar un «w. d. práctico o tecnológico» y un «w. d. absoluto».

Con estas ideas básicas podemos considerar el efecto de diagénesis diferencial en el almacén por la presencia de petróleo. La zona de agua ha perdido sus características de almacén poroso total o parcialmente; el empuje por agua como mecanismo de producción («w. d. práctico») es nulo o muy bajo; la frecuente capa de asfalto en el límite petróleo-agua es una barrera adicional. El hecho en sí mismo es negativo económicamente, al eliminar el método más común de producción de petróleo líquido con las mejores tasas de recuperación. Pero al ser la trampa de tipo primario —simultánea con la sedimentación/diagénesis— es frecuente que movimientos tectónicos posteriores, sitúen el yacimiento a menores profundidades que las de su formación. Si la cobertura superior ha sido también suficientemente estanca, obtenemos yacimiento con altas presiones en los que los mecanismos de gas disuelto y gas libre son efectivos.

II.3. PLANOS DE AGUA-PETROLEO INCLINADOS

Tradicionalmente, los contactos petróleo-agua inclinados han sido atribuidos a efectos hidrodinámicos activos direccionales, admitiendo una puesta en carga lateral del almacén (figura 2). Sin embargo, diversos ejemplos de campos con este fenómeno indican de nuevo efectos diagenéticos: las ya citadas areniscas permocarboníferas de Argentina-Bolivia con el yacimiento en el flanco y con buzamiento inverso a los pliegues pliocenos (WEEKS, 1958-1961); frecuentes campos de Oriente Medio (Dunkhan, en Qatar, p. ej.; QPC, 1956) y USA (Nancy Field, Mississipi; HUGHES, 1968) tampoco han reajustado sus planos de agua-petróleo a los movimientos/basculamientos neógenos.

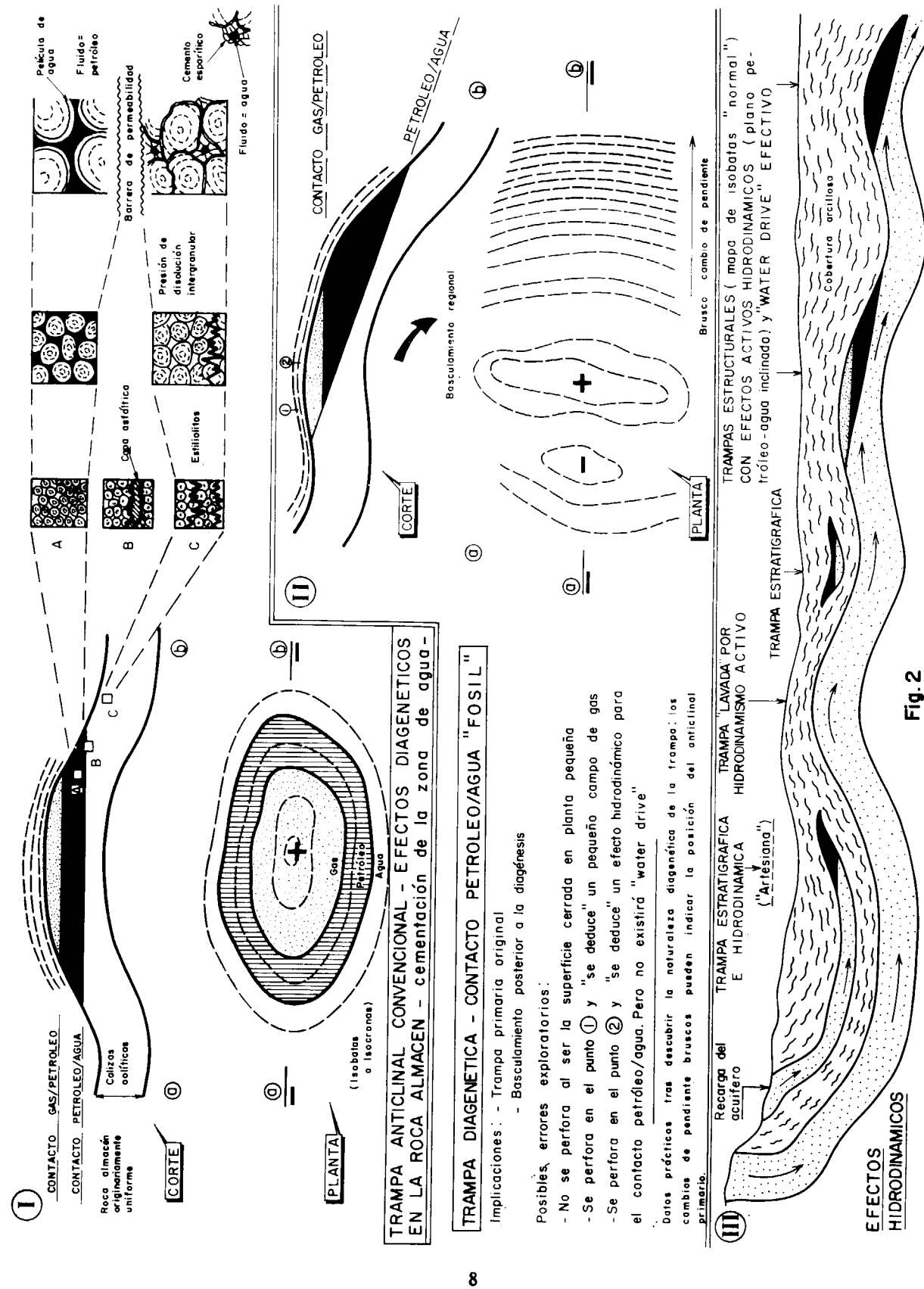
Como indicábamos en el punto anterior, son frecuentes las modificaciones estructurales de las trampas primarias. Si la cementación diagenética ha sido efectiva, la trampa es basculada en bloque, incluyendo un plano agua-petróleo fósil.

II.4. CAPAS DE ASFALTO EN EL LIMITE PETROLEO-AGUA

Frecuentes en muchos campos (Gran Burgan, en Kuwait, FOX, 1959; Prudhoe Bay, Alaska, JONES y SPEERS, 1976, y varios otros en USA), las capas de hidrocarburos sólidos fueron atribuidas también a hidrodinamismo direccional, aportando aguas oxigenadas. Sin excluir esta posibilidad en ciertos casos, en otros el asfalto es netamente fósil al haber perdido parte de la porosidad el almacén con agua, limitando el «water drive práctico». Los ejemplos de KSPC en Kuwait muestran máximas concentraciones de asfalto en las superficies estiliolíticas en una situación de tránsito zona de agua-petróleo, en la que ambos fluidos coexistían permitiendo efectos diagenéticos y concentración de asfalto como residuo de disolución.

III. TRAMPAS DIAGENETICAS DE PETROLEO. METODOS DE INVESTIGACION Y DATOS PRACTICOS

Una trampa diagenética por todo lo expuesto no es estrictamente una trampa estratigráfica. Esta última implica un cambio de facies por ra-



TRAMPA ANTICLINAL CONVENCIONAL - EFECTOS DIAGENETICOS EN LA ROCA ALMACEN - cementación de la zona de agua -

TRAMPA DIAGENETICA - CONTACTO PETROLEO/AGUA "FOSIL"

Implicaciones: - Trampa primaria original
- Basculamiento posterior a la diagénesis

Posibles errores exploratorios:

- No se perfora al ser la superficie cerrada en planta pequeña
- Se perfora en el punto ① y "se deduce" un pequeño campo de gas
- Se perfora en el punto ② y "se deduce" un efecto hidrodinámico para el contacto petróleo/agua. Pero no existirá "water drive"

Datos prácticos tras descubrir la naturaleza diagenética de la trampa: los cambios de pendiente bruscos pueden indicar la posición del anticlinal primario.

Fig. 2

zonas sedimentológicas del depósito: lentejón de arena en el seno de arcillas, paso progresivo lateral de facies detríticas de alta energía a facies finas de baja energía, etc. La trampa se presenta en almacenes con *litología uniforme* en el momento del depósito y las diferentes propiedades petrofísicas subsiguientes son debidas a la presencia directa de hidrocarburos en su papel inductor de la diagénesis.

Sin duda, de la misma manera que existen trampas mixtas hidrodinámico-estratigráficas (figura 2), las hay *estratigráfico-diagenéticas*. Un bisel *estratigráfico* o un lentejón arenoso representa la trampa primaria ideal en la génesis inicial de hidrocarburos a partir de rocas madre arcillosas, tras lo que los procesos de diagénesis diferencial, según el tipo de fluido, podrán desarrollarse en el almacén y completar el dispositivo.

Siendo los procesos diagenéticos destructores de porosidad, simultáneos con la generación de petróleo en entornos similares de P/T, pequeñas modificaciones químicas y térmicas ambientales favorecerán la aparición inicial de uno u otro proceso. La temperatura es el efecto dominante sobre la presión en la generación de hidrocarburos, mientras que la presión de disolución en función de la carga litostática que soporta la roca, predomina en la aparición de cementos diagenéticos; en consecuencia, las regiones con alto grado geotérmico medio deben ser más favorables a la generación de petróleo previa a la diagénesis generalizada. Los sedimentos calizos presentan, además, peculiaridades propias: en ausencia de arcillas, que actúan como catalizadoras, el caking térmico se retrasa y origina brutos viscosos densos; afortunadamente, la alta conductividad térmica de los carbonatos favorece la maduración orgánica, tendiendo a compensar el efecto anterior. Como vemos, el equilibrio del sistema es muy sensible a pequeños cambios difícilmente controlables.

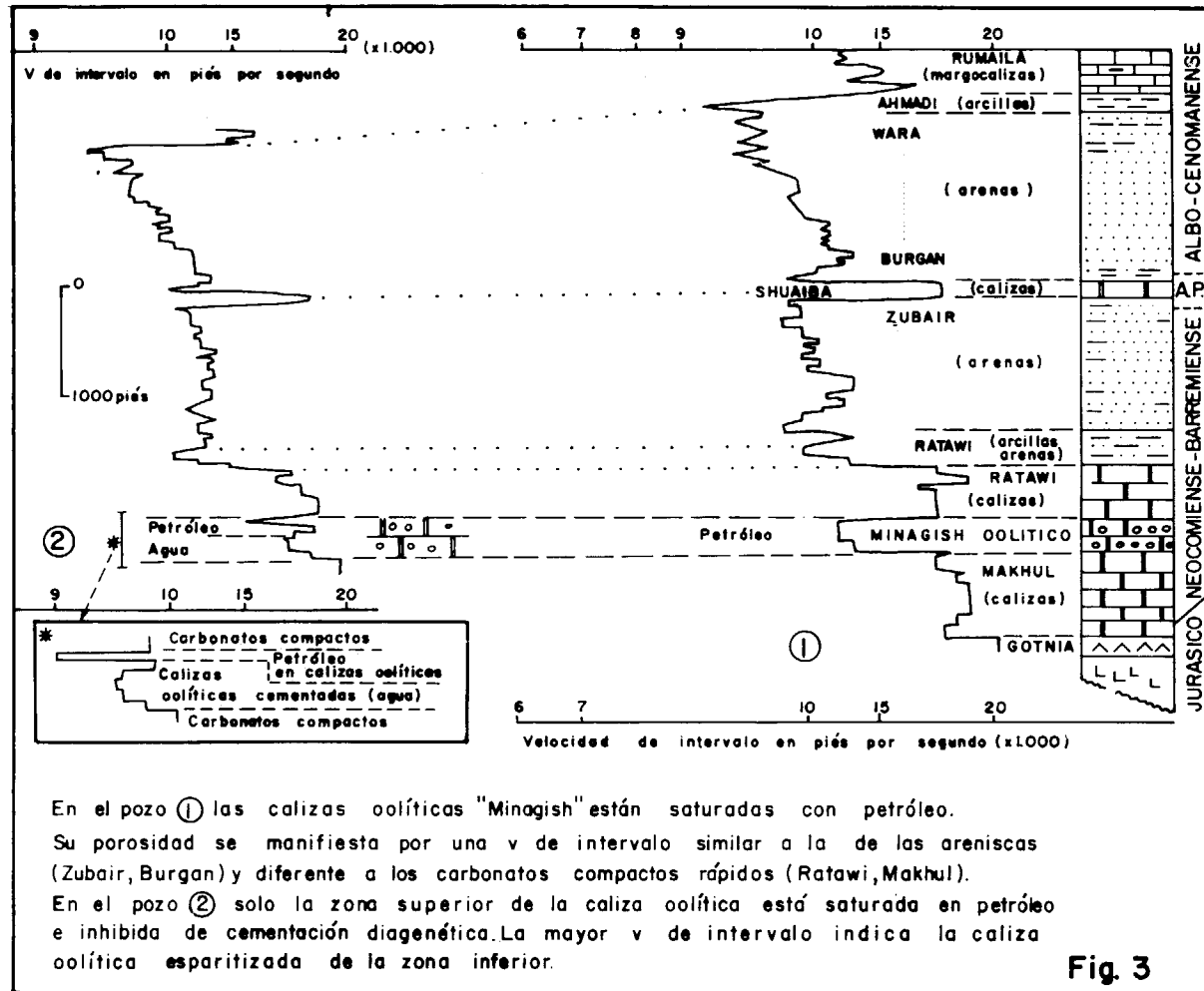
Las técnicas exploratorias de trampas diagenéticas son en gran parte coincidentes con la nueva tecnología geológica y geofísica de detección de trampas *estratigráficas* (AAPG-Memorias números 16 y 26). Las diferencias importantes nacen cuando una trampa *anticlinal-diagenética* ha sido posteriormente basculada, dado que pueden perder en los diversos mapas geológicos y geofísicos (isobatas, isopacas, isocronas, isocronopacas, etcétera) el atractivo contorno cerrado propio de una trampa convencional. En anticlinal bascu-

lado que mantiene el petróleo atrapado en posición anormal (contacto agua-petróleo inclinado e impermeable por diagénesis) e incluso francamente aberrante, daría en los mapas en planta simples cambios de pendiente a lo largo de un monoclinal o contornos más pequeños y en teoría poco atractivos en volumen (figura 2). Es evidente que en grandes zonas de Oriente Medio, donde la trampa diagenética está demostrada, estos cambios de pendiente o cierres estructurales de 10-30 milisegundos pueden indicar trampas con importantes reservas.

Con las actuales técnicas geofísicas de procesados especiales (estudio de impedancias acústicas, frecuencia, verdadera amplitud, análisis de trazas complejas, «modeling»), se alcanzan progresivamente modelos de «sismofacies», tanto a nivel de la traza como de la sección sísmica, que pueden correlacionarse con facies geológicas. La detección directa de hidrocarburos por sísmica ya no es utópica en condiciones de registro y procesado adecuados («flat and bright spot»), debido a las diferencias físicas introducidas en el medio litológico por los hidrocarburos.

La experiencia de Hispanoil en Kuwait fue también ilustrativa en este sentido. Las técnicas geofísicas citadas no estaban aún a punto al comienzo de la década de los 70, y los registros en el país tenían difíciles problemas de correcciones estáticas y de generación de múltiples. No obstante, fue evidente la diferencia del carácter sísmico de la reflexión del «Minagish oolítico» a lo largo del bloque estudiado. Con los estudios de velocidades puntuales en los pozos perforados, se definieron situaciones de mayor o menor porosidad y su facies sísmica en concordancia con su facies geológica (fig. 3), originadas por los diferentes grados de cementación dentro de las masas oolíticas. Es evidente que la cementación aumenta la densidad de la roca y, por tanto, su velocidad sísmica. El contraste de impedancia acústica con las zonas inhibidas por petróleo puede así establecerse.

Una última aplicación práctica que implica conocer la naturaleza diagenética de una trampa, aparece en los métodos de estimulación y recuperación secundaria de un yacimiento. Con la producción creciente, los yacimientos se despresurizan más o menos rápidamente. La producción puede mantenerse o estimularse artificialmente manteniendo el mecanismo de producción: inyección de gas en los casos de gas disuelto o



gas libre, o inyección de agua por debajo de la interfase para favorecer el empuje por agua. Es evidente que este último método, el más barato y sencillo, será ineficiente en las trampas diagenéticas, salvo si la inyección se realiza por encima de la antigua interfase tras una extracción inicial de petróleo más o menos larga.

IV. UN MODELO ESPECIAL DE ALMACEN DIAGENETICO S.L. LOS ALMACENES CARBONATADOS POR EXHUMACION-METEORIZACION

Si citamos este modelo un poco fuera del contexto general, es por su singular importancia en los campos de petróleo en el Mediterráneo próximo al Delta del Ebro.

No entramos en el detalle del proceso diagenético en sí, ni en sus características de almacén, ni en la descripción de los campos. Estos temas están incluidos en muy recientes publicaciones (GARCÍA SIÑERIZ et al, 1979, ESTEBAN y MARTÍNEZ DEL OLMO, 1980). Sí queremos destacar, en cambio, algunos aspectos concretos de esta provincia petrolífera española:

- Los campos en producción («Amposta», «Tarraco», «Dorada» y «Casablanca-Montanazo») corresponden a trampas paleogeomórficas: paleo-relieves del Mesozoico plegado, fracturado y erosionado, cubiertos posteriormente por la sedimentación neógena del actual Mediterráneo.
- El almacén principal corresponde a la zona de meteorización y karstificación subaérea de diversas formaciones carbonatadas jurásicas y

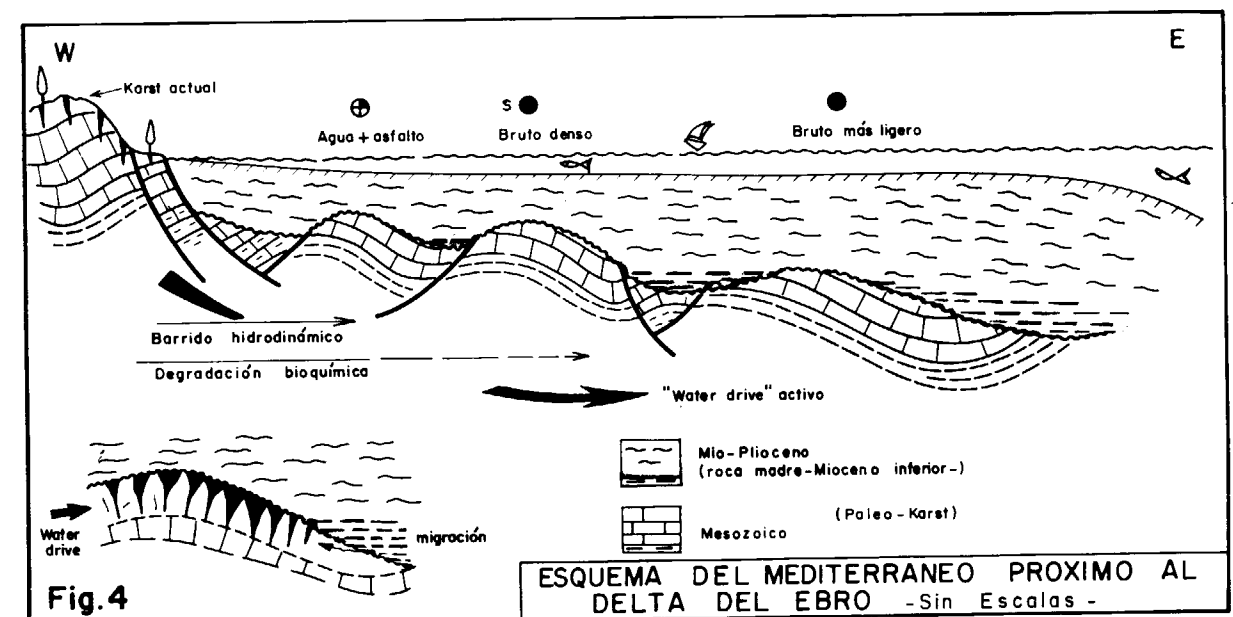
cretáceas, si bien los primeros metros de Neógeno pueden corresponder a un conglomerado/brecha calcárea como primer efecto de removilización del material pre-existente por la transgresión marina.

- La matriz del carbonato presenta bajas a nulas porosidades. El almacén es, pues, debido casi exclusivamente a la diagénesis de exhumación-meteorización y, lógicamente, se degrada en profundidad (50-100 m.), según la posición del antiguo freático. Esta potencia de almacén está saturada en petróleo anhidro; no existe plano petróleo-agua estricto y la impregnación desaparece por simple falta de almacén. Un fuerte empuje lateral por agua, a lo largo del pasillo permeable ligado a la discordancia, es el mecanismo de producción dominante y casi único.
- La roca madre fundamental en el Mioceno Inferior, presente en las cubetas o surcos paleomórficos y la migración primaria, inmediata tras generación y en sentido lateral, aprovecha el mismo pasillo.

Pese a que el grado geotérmico mediterráneo no es elevado, salvo en puntos calientes peculiares ligados a fallas tensionales con vulcanismo asociado, parte de los dispositivos estructurales se encuentran en situaciones P/T en las que una cementación diagenética del almacén meteorizado debería de haberse producido al menos en parte.

Probablemente, debemos recurrir de nuevo al papel inhibitor de los hidrocarburos.

En apoyo de esta idea, debe considerarse el sistema hidrodinámico mediterráneo (fig. 4). En la costa, los paleo-relieves mesozoicos afloran prácticamente desprovistos de cobertera neógena, creando puntos de carga de un hidrodinamismo activo que de nuevo tenderá a utilizar la discordancia. Estas aguas oxigenadas y ácidas favorecen la precipitación de cemento esparítico, de manera que las estructuras perforadas en proximidad de costa, muestran un almacén bréchico totalmente degradado y compacto; en el caso de conservar aún cierta permeabilidad, el barrido hidrodinámico ha podido evitar la acumulación de petróleo o lo ha arrastrado mecánicamente y/o en disolución. La segunda línea de estructuras hacia el interior del Mediterráneo («Amposta»-«Dorada») muestra petróleo denso (17-22° API) y con porcentajes en azufre patentes que presentan caracteres de degradación biológica; la acción debe ser originada por la introducción de bacterias por el flujo hidrodinámico con sus conocidos efectos sulfo-reductores y de degradación de las parafinas; el petróleo ha podido coartar la cementación del almacén, pero no escapar a los efectos biodegradantes. La tercera línea estructural («Tarraco», «Casablanca-Montanazo») presenta crudos más ligeros (33-35° API), con bajo porcentaje de azufre más lejos de la acción químico-biológico-hidrodi-



námica, apoyado, además, en una mayor maduración y evolución orgánica, en zonas de mayores potencias, de las mismas rocas madre.

En resumen, la provincia petrolífera mediterránea está controlada diagenéticamente, tanto por efectos positivos creadores de almacenes o inhibidores de nuevas cementaciones, como por efectos destructivos en relación con el hidrodinamismo.

V. SUGERENCIAS-POSIBILIDADES DE TRAMPAS DIAGENÉTICAS EN ESPAÑA

El ejemplo mediterráneo es evidente y por su interés económico, sistemáticamente estudiado y explorado. Pero nos interesan, además, las posibilidades de trampas diagenéticas estrictas, sin recurrir a diagénesis de meteorización obligatoriamente.

El problema clásico de la aureola mesozoica en España continental es su alto grado de exhumación, que la somete a amplio lavado hidrodinámico frente a coberteras reducidas. Este tema, durante tantos años generalizado abusiva y negativamente, no coarta posibilidades razonables incluyendo zonas tan hidrodinámicas como los Pirineos.

Un tema clásico son las facies detríticas Bunt-sandstein. Malo a pésimo almacén en observaciones de campo, tanto por cementos silíceos en los conglomerados basales, como por sus facies sucias (arcillosas) somitales, permitían posibilidades teóricas en las areniscas entrecruzadas centrales. Las similitudes faciales y sedimentológicas con el Pérmico-Bunt holandés (Groningen) e inglés (Mar del Norte) son evidentes, donde los conocidos campos de gas en producción (en condiciones P/T que deberían haber destruido el almacén) son una vez más indicativos del efecto coartador de los hidrocarburos. La exploración del Bunt ha sido planteada, específicamente y por sí misma, en diversos sondeos de ENIEPSA, donde se ha puesto en evidencia que el problema fundamental no es la roca almacén; Rojas NE-1-Burgos y Salsadella-Castellón, mostraron, como simples ejemplos, porosidades efectivas en las areniscas, aunque saturadas en agua (en areniscas la presencia de agua tiene menor efecto destructor que en carbonatos). El problema real para explorar el Pérmico-Trías In-

ferior es debido a las masas arcillo-salinas del Keuper (y Muschelkalk Medio) que actúan como barreras de atenuación de la energía sísmica y constituyen niveles de despegue que coartan la extrapolación geológica de superficie. La exploración profunda y costosa es un factor adicional.

Planteamientos similares pueden enfocarse a otros almacenes en carbonatos jurásicos (calizas oolíticas —Dogger y Lías de Burgos o Malm vasco—; dolomías —Lías en toda España, Dogger y Cenomanense prebético, Malm de Castellón—), areniscas cretáceas (wealdenses, purbeckienses, «Utrillas»), carbonatos cretáceos («Urgoniano», p.e.). El problema evidente es que todas estas facies de borde de cuenca, plataforma marina cuando no lacustre-continentales, han sufrido la máxima erosión-lavado hidrodinámico.

La solución sencilla es explorar en condiciones adicionales de protección, que en el caso español significa en muchos casos bajo cabalgamiento, deslizamiento gravitacional o manto de corrimiento. La profundidad de objetivos sería excesiva si no aceptamos el ya redundante tema de la inhibición de diagénesis por hidrocarburos. Algunos sondeos recientes apoyan la justificación práctica de este alto riesgo exploratorio: Pirineos y Prebético/Subbético conocen así un relanzamiento de la prospección.

En otros casos, como puede ser la Cuenca Cantábrica central y nororiental, la protección adicional debe enfocarse a prospectar bajo los sinclinales superficiales con potentes masas turbidíticas del Cretáceo Superior y Eoceno; las discordancias pre-alpinas de gran intensidad local (basculamientos) pueden haber originado estructuras primarias infra-eocenas o infra-cenomanenses, con yacimientos diagenéticos fósiles protegidos del lavado hidrodinámico. Algunos ejemplos franceses nor-pirenaicos de trampas paleomorfológicas bajo cuencas flysch Cretáceo Superior-Eoceno («Lacq», «Meillon-Rousse») son un modelo evidente. No olvidemos, además, la facilidad del Keuper en originar estructuras primarias halocinéticas coetáneas con la generación de hidrocarburos.

Finalmente, las áreas marinas mediterráneas encuentran con el Neógeno la protección adicional y la roca madre necesaria, tras la creación del almacén de meteorización diagenética. El Mar Cantábrico es diferente; frente al desarrollo de grandes conos turbidíticos cretáceo-eocenos tien-

den a degradarse los almacenes tradicionales del área terrestre por cambio de facies de plataforma a mar abierto hasta pelágicas. Pero, una vez más, las definiciones negativistas absolutas encuentran excepciones y las turbiditas —mal almacén en bastantes textos de geología— pueden, aquí y en el Pirineo, incluir yacimientos válidos.

ANEXO I

BREVE GLOSARIO DE GEOQUIMICA ORGANICA

A/S:

Relación entre los componentes aromáticos y saturados de los hidrocarburos presentes en el extracto orgánico soluble (O.E.). La relación es diferente según el tipo de materia orgánica original, pero siempre decreciente con la temperatura-profundidad («cracking termal»).

A+S/O.E.:

Relación entre los hidrocarburos totales y el extracto orgánico soluble total (O.E.). Indica la generación y límites de aparición de petróleo.

«Atomic ratio»:

Relación Hidrógeno/Carbono (H/C). Decreciente con el «cracking termal» con valores distintos según el tipo de Kerógeno. Determinación por combustión. C en este caso es igual a T.O.C. en Kerógeno.

Bitumen:

Sinónimo de extracto orgánico (O.E.). Naftabitu-
menes líquidos, solubles en sulfuro de carbono. Opuesto a pirobitumen (Kerabitumen, Kerógeno s.l., organoclastos) —insoluble—. «Bitumen ratio» = OE/TOC.

C1/G:

Relación entre el metano (C1) y el total de gases extraído (G) química o mecánicamente de una muestra. Los valores máximos se presentan a bajas y altas temperaturas (metano biogénico y metano termal).

C2/C3+:

Relación entre el etano y el propano-butano en el total de gases extraídos. Creciente con el cracking dentro del dominio petrolero líquido/gas termal. Medida poco fiable en aislado. (Existen varias posibilidades más de comparación entre hidrocarburos que complementan las anteriores: a) Isobutano/butano normal (i-C4/n-C4). b) Presencia de «gasolinas» (C4-C7) zona de petróleo/gas húmedo.)

C.P.I.:

«Carbon preference index». Véase (Índice de preferencia del carbono) o n-parafinas.

«Carbon ratio»:

Relación carbono fijo (F.C.)/TOC. Creciente con el cracking termal con valores diferentes según el tipo de Kerógeno. Determinación por pirólisis.

Carbono fijo:

«Fixed carbon» (F.C.). Residuo sólido obtenido por destilación de la materia orgánica (carbono + volátiles = T.O.C. en Kerógeno). Creciente con el «metamorfismo termal» (máximo en antracitas). Entre 50-60 por 100 en la zona de petróleo líquido.

Carbono orgánico total:

T.O.C. («Total organic carbon»). Medido por el CO₂ liberado por combustión de la materia orgánica en atmósfera de oxígeno. También expresado en por ciento de vitrinita, o de Kerógeno sobre la materia orgánica total —técnicas propias de estudio de carbones.

Color de esporas:

Véase T.A.I.

D.O.M.:

«Dispersed organic matter». Materia orgánica dispersa.

Extracto orgánico:

(O.E.) Véase Bitumen. Los naftabitu-
menes líquidos incluyen hidrocarburos (aromáticos y saturados), asfaltenos, resinas, carbenos y carbenoides.

FC:

Carbono fijo (FC/TOC-«carbon ratio»).

G (HCG):

Total de gases (adsorbidos y absorbidos) extraídos de una muestra mecánica y químicamente.

Indice de preferencia del carbono:

C.P.I.

Kerógeno:

Término a veces difuso en la literatura por sus no siempre acertadas sinonimias (humín, organoclasto, geopolímero) y su química molecular mal conocida. Es un policondensado que forma la fracción insoluble en disolventes orgánicos de la materia orgánica dispersa en un sedimento. Opuesto a bitumen (O.E.). Por su composición se distinguen tres tipos:

I. Alta relación H/C —procedencia a partir de sapropeles— y alta capacidad de generación de hidrocarburos.

II. Relación H/C intermedia —procedencia de materia orgánica «mixta».

III. Baja relación H/C —procedencia de materia orgánica lignitosa— y baja capacidad de generación de hidrocarburos líquidos.

Maceral:

Componente «petrográfico» del carbón (restos de plantas modificados por diagénesis).

n-parafinas:

C.P.I. Fórmula que define la relación entre las n-parafinas con número impar de átomos de C y las n-parafinas con número par de C. En los sedimentos recientes dominan las primeras en por ciento aproximado 2:1; en el petróleo se iguala la proporción de ambos tipos 1:1. En consecuencia, cuanto más se aproximen a esta proporción igualitaria las n-parafinas obtenidas por absorción cromatográfica de un sedimento, más próximo está a la zona de generación de petróleo líquido.

O.E.:

Véase extracto orgánico y bitumen.

OE/TOC:

«Bitumen ratio». Extracto orgánico/Carbono orgánico total. Aumenta progresivamente hasta el límite de existencia de petróleo líquido a partir del que disminuye ante el proceso de gasificación.

Reflectancia:

Relación luz reflejada/luz incidente. Ro-reflectancia en inmersión en aceite.

T.A.I.:

«Thermal alteration index». Índice de alteración termal. Escala de coloración (amarillo al negro) de las esporas y polen según la temperatura a la que están o fueron sometidas.

Vitrinita:

Típico maceral de las hullas y carbones bituminosos.

BIBLIOGRAFIA TEMATICA

I. GEOQUIMICA/MADURACION ORGANICA

ALBRECHT, P.; VANDENBROUKE, M., y MANDENGUÉ, M.: *Geochemical studies on the organic matter from the Douala Basin (Cameroon). Evolution of the extractable organic matter and the formation of petroleum*. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 40, pp. 791-799 (1976).

ALLAN, J., y DOUGLAS, A. G.: *Variations in the content and distribution of n-alkanes in a series of Carboniferous vitrinites and sporinities of bituminous rank*. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 41, pp. 1223-1230 (1977).

ALPERN, B.: *Classification pétrographique des constituants organiques fossiles des roches sédimentaires*. Inst. Français du Pétrole Rev., v. 29, pp. 1233-1267 (1970).

ALPERN, B.: *Pétrographie des charbons — bilan des progrès acquis de 1967 à 1971*. 7th Cong. Internat. Stratigraphie et Géologie Carbonifère, Krefeld, 1971, Compte Rendu, v. 1, pp. 91-126 (1972).

ALPERN, B.: *Introduction — indices optiques de la matière organique des sédiments, relations avec la paleotemperature et le potentiel pétrolier*. In B. ALPERN, ed., *Pétrographie organique et potentiel pétrolier*. Paris, Editions Centre Natl. Recherche Sci., pp. 191-193 (1973).

ALPERN, B.: *Fluorescence et réflectance de la matière organique dispersée et évolutions des sédiments*. Centre Recherche Pau Bull., v. 10, pp. 201-220 (1976).

BAKER, D. R., y CLAYPOOL, G. E.: *Effects of incipient metamorphism on organic matter in mudrock*. AAPG Bull., v. 54, pp. 456-468 (1970).

BARRABÉ, L., y FEYS, R.: *Géologie du charbon et des bassins houillers*. Paris, Masson et Cie., 229 pp. (1965).

BOSTICK, N. H.: *Time as a factor in thermal metamorphism of phytoclasts (coaly particles)*. 7th Cong. Internat. Stratigraphie et Géologie Carbonifère, Krefeld, 1971, Compte Rendu, v. 2, pp. 183-193 (1973).

BRAY, E. E., y EVANS, E. D.: *Distribution of n-paraffins as a clue to recognition of source beds*. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 22, pp. 2-15 (1961).

BURGESS, J. D.: *Microscopique examination of kerogen (dispersed organic matter) in petroleum exploration. In Carbonaceous materials as indicators of metamorphism*. Geol. Soc. America Spec. Paper 153, pp. 19-30 (1974).

BURST, J. F.: *Diagenesis of Gulf Coast clayey sediments and its possible relation to petroleum migration*. AAPG Bull., v. 53, pp. 73-93 (1969).

CASTAÑO, J. R., y SPARKS, D. M.: *Interpretation of vitrinite reflectance measurements in sedimentary rocks and determination of burial history using vitrinite reflectance and authigenic minerals*. In *Carbonaceous materials as indicators of metamorphism*. Geol. Soc. America Spec. Paper 153, pp. 31-52 (1974).

CLAYPOOL, G. E., y REED, P. R.: *Thermal-analysis technique for source-rock evaluation; quantitative estimate of organic richness and effects of lithologic variation*. AAPG Bull., v. 60, pp. 608-612 (1976).

CONNAN, J.: *Time-temperature relation in oil genesis*. AAPG Bull., v. 58, pp. 2516-2521 (1974).

CONNAN, J.; LE TRAN, K., y VAN DER WEIDE, B.: *Alteration of petroleum in reservoirs*. 9th World Petroleum Cong. Tokyo, Proc., v. 2, pp. 171-178 (1975).

CORREIA, M.: *Relations possibles entre l'état de conservations des éléments figurés de la matière organique (microfossiles palynplanctonologiques) et l'existence de gisements d'hydrocarbures*. Inst. Français Pétrole Rev., v. 22, pp. 1285-1306 (1967).

DEROO, G.: *Correlations huiles brutes — roches mères à l'échelle des bassins sédimentaires*. Centre Recherche Pau Bull., v. 10, pp. 317-335 (1976).

DEROO, G.: *The origin and migration of petroleum in the Western Canadian sedimentary basin, Alberta. A geochemical and thermal maturation study*. Canada Geol. Survey Bull., 262, 136 pp. (et al, 1977).

DEBYSER, J.: *Facteurs controlant la repartition de la matière organique dans les sédiments*. Inst. Français du Pétrole Rev., v. 24, pp. 22-48 (1969).

DURAND, B., y ESPITALIÉ, J.: *Evolution de la matière organique au cours de l'enfouissement des sédiments*. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 276, pp. 2253-2256 (1973).

DURAND, B., y ESPITALIÉ, J.: *Geochemical studies on the organic matter from the Douala Basin (Cameroon). Evolution of kerogene*. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 40, pp. 801-808 (1976).

DURAND, B., et al: *Etude de kerogènes par résonnance paramagnétique électronique*. Centre Recherche Pau Bull., v. 10, p. 267-269 (1976).

ESPITALIÉ, J., et al: *Etude de la matière organique insoluble (kerogène) des argiles du Toarcien du Bassin de Paris. Pt. 2. Etudes en spectroscopie infrarouge, en analyse thermique différentielle et en analyse thermogravimétrique*. Inst. Français Pétrole Rev., v. 28, pp. 37-67 (1973).

ESPITALIÉ, J. et al: *Méthode rapide de caractérisation des roches mères, de leur potentiel pétrolier et de leur degré d'évolution*. Inst. Français du Pétrole Rev., v. 32, pp. 23-42 (1977).

ESPITALIÉ, J., MADEC, M., y TISSOT, B.: *Source rock characterization method for petroleum exploration*. 9th OCT. Houston, 1977 (Resumen), pp. 439-444 (1977).

FEUGÈRE, G., y GÉRARD, R. E.: *Geochemical logging a new exploration tool*. World Oil, v. 170, no. 2, pp. 37-40 (1970).

GUTJAHR, C. C. M.: *Carbonization of pollen grains and spores and their application*. Leidse Geol. Meded., v. 38, pp. 1-30 (1966).

HEROUX, J. A.; CHAGNON, y BERTRAND, R.: *Compilation and Correlation of major thermal maturation indicators*. AAPG Bull., v. 63, pp. 2128-2144 (1979).

HOOD, A., GUTJAHR, C. C. M., y HEACOCK, R. L.: *Organic metamorphism and the generation of petroleum*. AAPG Bull., v. 59, pp. 986-996 (1975).

HUC, A. Y., y DURAND, B. M.: *Occurrence and significance of humid acids in ancient sediments*. Fuel, v. 56, pp. 73-79 (1977).

HUNT, J. M.: *Distribution of carbon as hydrocarbons and asphaltic compounds in sedimentary rocks*. AAPG Bull., v. 61, pp. 100-104 (1977).

HUNT, J. M.: *Characterization of bitumens and coals*. AAPG Bull., v. 61, pp. 301-302 (1978).

JONATHAN, D., et al: *Les méthodes d'étude physicochimiques de la matière organique*. Centre Recherche Pau Bull., v. 10, pp. 89-108 (1976).

KARTZEV, A. A., et al: *The principal stage in the formation of petroleum*. 8th World Petroleum Cong., Moscow, Proc., v. 2, pp. 3-11 (1971).

LANDES, K. K.: *Eometamorphism can determine oil floor*. Oil and Gas Jour., v. 64, no. 18, pp. 172-177 (1966).

LANDES, K. K.: *Eometamorphism, and oil and gas in time and space*. AAPG Bull., v. 51, pp. 828-841 (1967).

LE TRAN, K.: *Etude géochimique de l'hydrogène sulfuré absorbé dans les sédiments*. Centre Recherche Pau Bull., v. 5, pp. 321-332 (1971).

LOUIS, M.: *Cours de géochimie du pétrole; cours de L'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs*. Paris, Inst. Français Pétrole, Editions Technip, 295 pp. (1967).

- LOUIS, M., y TISSOT, B.: *Influence de la température et de la pression sur la formation des hydrocarbures dans les argiles à kérogène*. 7th World Petroleum Cong., Mexico City, Proc., v. 2, pp. 47-60 (1967).
- MARCHAND, A.: *La résonance paramagnétique électronique (R. P. E.). Sa mise en oeuvre pour l'étude des kérogènes*. Centre Recherche Pau Bull., v. 10, pp. 253-266 (1976).
- MC. CARTNEY, J. T., y TEICHMÜLLER, M.: *Classification of coals according to degree of coalification by reflectance of the vitrinite component*. Fuel, v. 51, pp. 64-68 (1972).
- MCIVER, R. D.: *Composition of kerogen—clue to its role in the origin of petroleum*. 7th World Petroleum Cong., Mexico City Proc., v. 2, pp. 25-36 (1967).
- OTTENJANN, K.; TEICHMÜLLER, y WOLF, M.: *Spectral fluorescence measurements of sporinites in reflected light and their applicability for coalification studies*. In B. ALPERN, 1975, ed., *Pétrographie de la matière organique des sédiments, relations avec la paleotemperature et le potentiel pétrolier*. Paris, Centre National Recherches Sci., pp. 49-65 (1974).
- OUJIN, J. L.: *Analyse géochimique de la matière organique extraite des roches sédimentaires. Composés extractibles au chloroforme*. Inst. Français du Pétrole Rev., v. 25, pp. 3-15 (1970).
- PHILIPPI, G. T.: *On the depth, time and mechanism of petroleum generation*. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 29, pp. 1021-1049 (1965).
- RAYNAUD, J. F., y ROBERT, P.: *Les méthodes d'étude optique de la matière organique*. Centre Recherche Pau Bull., v. 10, pp. 109-127 (1976).
- SCHWARCZ, H. P.; HOEFS, J., y WELTE, D.: *Carbon*. In Handbook of Geochemistry, vol. II/1. Springer-Verlag.
- STAPLIN, F. L.: *Sedimentary organic matter, organic metamorphism and oil and gas occurrence*. Bull. Canadian Petroleum Geology, v. 17, pp. 47-66 (1969).
- TISSOT, B.: *Premières données sur les mécanismes et la cinétique de la formation du pétrole dans les sédiments. Simulation d'un schéma réactionnel sur ordinateur*. Inst. Français du Pétrole Rev., v. 24, pp. 470-501 (1969).
- TISSOT, B.: *Vers l'évaluation quantitative du pétrole formé dans les bassins sédimentaires*. Rev. Assoc. Fr. Tech. Pétrole, 222, pp. 27-31 (1973).
- TISSOT, B.: *La transformation de la matière organique*. Bull. Centre Recherche Pau, v. 10, p. 87 (1976).
- TISSOT, B.: *La genèse du pétrole*. La Recherche núm. 77, pp. 326-334 (1977).
- TISSOT, B., y ESPITALIÉ, J.: *L'évolution thermique de la matière organique des sédiments: application d'une simulation mathématique—potentiel pétrolier des bassins sédimentaires et reconstitution de l'histoire thermique des sédiments*. Inst. Français Pétrole Rev., v. 30, pp. 743-775 (1975).
- TISSOT, B.; DEROO, G., y ESPITALIÉ, J.: *Etude comparée de l'époque de formation et d'expulsion du pétrole dans diverses provinces géologiques*. 9th World Petroleum Congr., v. 2, pp. 159-169 (1975).
- TISSOT, B.; OUDIN, J. L., y PELET, R.: *Critères d'origine et d'évolution des pétroles. Application à l'étude géochimique des bassins sédimentaires*. In *Advances in organic geochemistry (1971)*. Internat. Ser. Mon. Earth Sci., v. 33, pp. 113-134 (1971).
- TISSOT, B., y PELET, R.: *Nouvelles données sur les mécanismes de genèse et de migration du pétrole. Simulation mathématique et application à la prospection*. 8th World Petroleum Congr., v. 2, pp. 35-46 (1971).
- TISSOT, B., et al: *Origin and evolution of hydrocarbons in early Toarcian shales, Paris Basin, France*. AAPG Bull., v. 55, pp. 2177-2193 (1971).
- TISSOT, B., et al: *Origin et migration des hydrocarbures dans le Sahara oriental (Algérie)*. In *Advances in organic geochemistry*. Editions Technip. Congr. de Géochimie organique, pp. 315-334 (1973).
- TISSOT, B., et al: *Influence of nature and diagenesis of organic matter in formation of petroleum*. AAPG Bull., v. 58, pp. 499-506 (1974).
- VANDEBROUCKE, M.: *Etude de la migration primaire: variation de composition des extraits au passage roche mère/reservoir*. Adv. in Org. Geochem., 1971, pp. 547-565 (1971).
- VANDEBROUCKE, M.; ALBRECHT, P., y DURAND, B.: *Geochemical studies on the organic matter from the Douala Basin (Cameroon). Comparison with the Early Toarcian shales, Paris Basin, France*. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 10, pp. 1241-1249 (1976).
- VAN DORSSELAER, A., y ALBRECHT, P.: *Marquers biologiques: origine, évolution et applications*. Centre Recherche Pau Bull., v. 10, pp. 193-200.
- VAN KREVELEN, D. W.: *Coal-typology, chemistry, physics, constitution*. New York, Elsevier Pub. Co., 514 pp. (1961).
- WAPLES, D., y CONNAN, J.: *Time-temperature relation in oil genesis: discussion and reply*. AAPG Bull., v. 60, pp. 884-887 (1976).
- WEBER, V. V. y MAXIMOV, S. P.: *Early diagenetic generation of hydrocarbons gases and their variations dependent on initial organic composition*. AAPG Bull., v. 60, pp. 287-293 (1976).
- WELTE, D. H.: *Relation between petroleum and source rock*. AAPG Bull., v. 49, pp. 2246-2268 (1965).
- WELTE, D. H.: *Organic Geochemistry of Carbon*. In Handbook of Geochemistry. Springer-Verlag, 6-L-1/6-L-30.
- WELTE, D. H.: *Petroleum exploration and organic geochemistry*. Journal of Geochem. Exploration, v. 1, pp. 117-136 (1977).
- WELTE, D. H.: *Correlation between petroleum and source rock*. 9th World Petroleum Congr., v. 2, pp. 179-191 (1973).

- WELTE, D. H., et al: *Recent advances in organic geochemistry of humic substances and kerogen. A review*. In *Advance in organic geochemistry*. Editions Technip. 6 Congr. de Géochimie Organique, pp. 3-13 (1973).
- Nota: Dentro de las compañías mineras y petroleras existen excelentes síntesis internas de circulación restringida. Entre las españolas destacamos las de HISPANOIL-ENIEPSA (C. Alemán) y C. G. S. (A. Granda).
- ## II. DIAGENESIS/METAMORFISMO MINERAL (Resumida)
- AOYAGI, K.: *Mineralogical study of sedimentary rocks in the oil fields of Japan by the X-ray diffraction method and its application to petroleum geology*. Clay Sci., v. 3, pp. 37-54 (1967).
- AOYAGI, K., y KAZAMA, T.: *Transformational changes of clay minerals, zeolites and silica minerals during diagenesis*. Sedimentology, v. 27, pp. 179-188 (1980).
- BURST, J. F.: *Postdiagenetic clay mineral environmental relationship in Gulf Coast Eocene*. Clays and Clay Miner., v. 2, pp. 154-187 (1959).
- BURST, J. F.: *Diagenesis of Gulf Coast clayey sediments and its possible relation to petroleum migration*. AAPG Bull., v. 53, pp. 73-93 (1969).
- BRANKAMP, R. A., y POWERS, R. W.: *Classification of Arabian carbonate rocks*. Bull. geol. Soc. Amer., v. 69, pp. 1305-1318 (1958).
- BATHURST, R. G. C.: *Carbonate sediments and their diagenesis*. Elsevier, 620 pp. (1971).
- CHILINGAR, G. V.; MANNON, R. W., y RIECKE, H. H.: *Oil and gas production from carbonate rocks*. Elsevier, 408 pp. (1972).
- EBERL, D.: *The reaction of montmorillonite to mixed layer clay the effect of interlayer alkali and alkaline earth cations*. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 42 (1978).
- EBERL, D., y HOWER, J.: *Kinetics of illite formation*. Bull. geol. Soc. Amer., v. 87, pp. 1326-1330 (1976).
- ELF-AQUITAINE: *Essai de caractérisation sédimentologique des dépôts carbonatés. T-2. Eléments d'interprétation*. Boussens-Pau, pp. 62-77 (1977).
- FOSCOLOS, A. E., y KODAMA, H.: *Diagenesis of clay minerals from Lower Cretaceous shales of north eastern British Columbia*. Clays and Clay Minerals, v. 22, pp. 319-335 (1974).
- FOSCOLOS, A. E.; POWELL, T. G., y GUNTHER, P. R.: *The use of clay minerals and inorganic and organic geochemical indicators for evaluating the degree of diagenesis and oil generating potential of shales*. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 40, pp. 953-966 (1976).
- HOWER, J., et al: *Mechanism of burial metamorphism of argillaceous sediment*. Bull. geol. Soc. Amer., v. 87, pp. 725-737 (1976).
- KAPLAN, M. Ye.: *Criteria for determining zones of catagenesis in terrigenous deposits*. Internat. Geology Rev., v. 13, pp. 1365-1376 (1971).
- KELLER, W. D.: *Diagenesis in clay minerals: a review*. Clays and Clay Miner., v. 13, pp. 136-157 (1963).
- KÜBLER, B.: *Les argiles indicateurs de métamorphisme*. Inst. Français Pétrole Rev., v. 19, pp. 1093-1112 (1964).
- KÜBLER, B.: *Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite. Etat des progrès réalisés, ces dernières années*. Centre Recherche Pau Bull., v. 2, pp. 385-397 (1968).
- KÜBLER, B.: *La corrensite, indicateur possible du milieu de sédimentation et du degré de transformation d'un sédiment*. Centre Recherche Pau Bull., v. 7, pp. 543-556 (1973).
- LAND, L. S.: *Phreatic versus vadose meteoric diagenesis of limestones evidence from a fossil water table*. Sedimentology, v. 14, pp. 175-185 (1970).
- MIZUTANI, S.: *Silica minerals in the early stage of diagenesis*. Sedimentology, v. 15, pp. 419-436 (1970).
- PERRY, E. A., Jr., y HOWER, J.: *Burial diagenesis in Gulf Coast pelitic sediments*. Clays and Clay Miner., v. 18, pp. 165-177 (1970).
- PERRY, E. A., Jr., y HOWER, J.: *Late-stage dehydration in deeply buried pelitic sediments*. AAPG Bull., v. 56, pp. 2013-2121 (1972).
- POWERS, R. W.: *Arabian Upper Jurassic reservoir rock*. In HAM, W. E. (ed.). *Classification of Carbonate rocks*. Mem. amer. Assoc. Petrol. Geol., v. 1, pp. 122-192 (1962).
- REULET, J.: *Reservoir calcaire de plate-forme marine (Formation Mishrif, Moyen Orient)*. In ELF-AQUITAINE (ed.) opus cit., pp. 169-180 (1977).
- REYNOLDS, R. C., HOWER, J.: *The nature of interlayering in mixed-layer illite-montmorillonites*. Clays and Clay Miner., v. 18, pp. 25-36 (1970).
- UMEGAKI, Y., y OGAWA, T.: *A note on occurrence of zeolites in the miocene formation in Shimane Prefecture Japan*. Journ. Sci. Hiroshima Univ., v. 5, pp. 479-497 (1965).
- WAEVER, C. E.: *The clay petrology of sediments*. Clays & Clay Miner., v. 2, pp. 154-187 (1959).
- WAEVER, C. E.: *Possible uses of clay minerals in search for oil*. AAPG Bull., v. 44, pp. 1505-1518 (1960).
- YOSHIMURA, T.: *Zeolites in miocene pyroclastic rocks of Fukushima District, Japan*. Journ. geol. Soc. of Japan, v. 67, p. 573-583 (1961).
- ## III. MODELOS DE TRAMPAS DIAGENETICAS Y ESTRATIGRAFICAS
- AAPG. Memoir 16: *Stratigraphic oil and gas fields. Classi-*

- fication, *Exploration methods and Case histories*. 687 pp. (1972).
- AAPG. Memoir 21: *Stratigraphic traps in sandstones. Exploration methods*. 174 pp. (1974).
- AAPG. Memoir 26: *Seismic stratigraphy, applications to hydrocarbon exploration*. 516 pp. (1977).
- ADAMS, W. L.: *Diagenetic aspects of lower Morrowan, Pennsylvanian, sandstones, northwestern Oklahoma*. AAPG Bull., v. 48, pp. 1568-1580 (1964).
- BISHOP, W. F.: *Stratigraphic control of production from Jurassic calcarenites, Red Rock field, Webster Parish, Louisiana, Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans.*, v. 21, pp. 125-138 (1971).
- CLARKE, R. H.: *Petroleum formation and accumulation in Abu Dhabi*. 9th Arab Petroleum Congr., Dubai, v. 120 (B-3), pp. 1-20 (1975).
- DUNNINGTON, H. V.: *Some problems of stratigraphy, structure and oil in Iraq*. 2d Arab Petroleum Congr., Beirut, v. 2, pp. 166-199 (1960).
- DUNNINGTON, H. V.: *Aspects of diagenesis and shape change in stylolitic limestone reservoirs*. 7th World Petroleum Congr., Mexico, Proc., v. 2, pp. 339-352 (1967).
- ESTEBAN, M., y Klappe, C. F.: *Subaerial exposure carbonate sequences*. AAPG. Spec. Issue (in lit) (1980).
- FOX, A. F.: *Some problems of petroleum geology in Kuwait*. London Inst. Petroleum, v. 45, no. 424, pp. 95-110 (1959).
- FÜCHBAUER, H.: *Influence of different types of diagenesis on sandstone porosity*. 7th World Petroleum Congr., v. 2, pp. 353-369 (1967).
- GARCÍA SIÑERIZ, B., et al: *A new hydrocarbon province in the Western Mediterranean*. 10th World Petroleum Congr., Bucarest, PD-4, pp. 1-7 (1979).
- GRAUTEN, W. F.: *Fluid relationships in Delaware. Mountain Sandstone*. In *Fluids in subsurface environments*. AAPG. Mem. 4, pp. 294-307 (1965).
- HAWKINS, P. J.: *Relationship between diagenesis, porosity reduction, and oil emplacements in late Carboniferous sandstone reservoirs, Bothamsall Oilfield, E. Midlands*. Journal Geol. Soc. London, v. 135, part. 1, pp. 7-24 (1978).
- HISPANOIL-KSPC: *Analysis of stratigraphical possibilities in KSPC Concession* (Informe interno) (1971).
- HISPANOIL-KSPC: *KSPC Concession. Review and outlook* (Informe interno) (1973 y 1976).
- HISPANOIL-KSPC: *Posibilidades petrolíferas de la concesión de KSPC en Kuwait* (Informe interno) (1974).
- HISPANOIL-KSPC: *Reinterpretación geofísica de las zonas de Ragai y Maru* (Informe interno) (1975).
- HISPANOIL-KSPC: *Estudios sedimentológicos y estratigráficos sobre testigos (sondeos Rugei-Minagish-Dibddiba)* Consultor: Robertson Research (Informes internos) (1973 y 1976).
- HUGHES, D. J.: *Salt tectonics as related to several Smackover fields along the northeast rim of the Gulf of Mexico basin: Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans.*, v. 10, pp. 320-330 (1968).
- JONES, H. P., y SPEERS, R. G.: *Permo-Triassic reservoirs of Prudhoe Bay field, north Slope, Alaska, in North American oil and gas fields*. AAPG. Mem 24, pp. 23-50 (1976).
- KULBICKI, G., y MILLOT, G.: *L'évolution de la fraction argileuse des gres pétroliers cambro-ordoviens du Sahara central*. Bull. Serv. Geol. Als.-Lorr., v. 13, pp. 147-156 (1960).
- LAWSON, D. E., y SMITH, J. R.: *Pennsylvanian and Permian influence on Tensleep oil accumulation, Big Horn basin, Wyoming*. AAPG Bull., v. 50, pp. 2197-2220 (1966).
- LEVANDOWSKI, D. W., et al: *Cementation in Lyons Sandstone and its role in oil accumulation, Denver basin, Colorado*. AAPG Bull., v. 57, pp. 2217-2244 (1973).
- LOWRY, W. D.: *Factors in loss of porosity by quartzose sandstones of Virginia*. AAPG Bull., v. 40, pp. 489-500 (1956).
- MARTÍNEZ DEL OLMO, W., y ESTEBAN, M.: *Paleokarst in Mesozoic carbonates, Mediterranean offshore of Spain: recognition and log response*. AAPG Spec. Issue (in lit) (1980).
- MAUREAU, G. T., y VAN WIJNE, D. H.: *The prediction of porosity in the Permian (Zechstein 2) carbonate of eastern Netherlands using seismic data*. Geophysics, v. 44, pp. 1502-1517 (1979).
- MENNAB, D.: *Pressure maintenance to boost Hawkins recovery*. Oil and Gas Jour., March 31, pp. 65-68 (1975).
- MORGRIDGE, D. L., y SMITH, W. B.: *Geology and discovery of Prudhoe Bay field, eastern Arctic Slope, Alaska, In Stratigraphic oil and gas fields*. AAPG. Mem. 16, pp. 489-501 (1972).
- NEIDELL, N. S.: *Stratigraphic modeling and interpretation: Principles and Techniques*. AAPG-SEG School Book (1978).
- PATTERSON, A. M., y ARNESON, A. A.: *Geology of Pembina field, Alberta*. AAPG Bull., v. 41, pp. 937-949 (1957).
- QATAR PETROLEUM COMPANY STAFF: *Symposium on the geological occurrence of oil and gas*. 20th Internat. Geol. Cong. Mexico, Proc., v. 2, pp. 161-169 (1956).
- REED, L. C.: *San Pedro oil field, province of Salta, northern Argentina*. AAPG Bull., v. 30, pp. 591-605 (1946).
- RITTENHOUSE, G.: *Stratigraphic-trap classification, In Stratigraphic oil and gas fields*. AAPG. Mem. 16, pp. 14-28 (1972).
- SCHOLLE, P. A.: *Diagenetic patterns in chalks (ABS)*. AAPG Bull., v. 60, pp. 719-720 (1976).

- SCHOLTEN, R.: *Synchronous highs — preferential habitat of oil?* AAPG Bull., v. 43, pp. 1793-1834 (1959).
- SHERIFF, R. E.: *Inferring Stratigraphy from seismic data*. AAPG Bull., v. 60, pp. 528-542 (1976).
- SOMMER, F.: *Diagenesis of Jurassic sandstones in the Viking Graben*. Journal Geol. Soc. London, v. 135, part. 1, pp. 63-67 (1978).
- TANER, M. T.; KOEHLER, F., y SHERIFF, R. E.: *Complex seismic trace analysis*. Geophysics, v. 44, pp. 1041-1063 (1979).
- TOOD, T. W.: *Post-depositional history of Tensleep Sandstone (Pennsylvanian). Big Horn Basin, Wyoming*. AAPG Bull., v. 47, pp. 599-616 (1963).
- TSCHOPP, R. H.: *Development of the Fahud field*. 7th World Petroleum Congr., Mexico, Proc., v. 2, pp. 243-250 (1967).
- VAN DE KAMP, P. C.: *Inorganic and organic metamorphism in siliclastic rocks (abs.)*. AAPG Bull., v. 60, p. 279 (1976).
- WEBB, J. E.: *Relation of oil migration to secondary clay cementation. Cretaceous sandstones of Wyoming*. AAPG Bull., v. 58, pp. 2245-2249 (1974).
- WEDDLE, H. W.: *Pleasant Valley oil field, Fresno County, California*. AAPG Bull., v. 35, pp. 619-623 (1951).
- WEEKS, L. G.: *Habitat of oil and some factors that control it*. In L. G. WEEKS, ed., *Habitat of oil*. AAPG, pp. 1-61 (1958).
- WEEKS, L. G.: *Origin, migration, and occurrence of petroleum*. In G. B. MOODY, ed., *Petroleum exploration handbook*. New York, McGraw-Hill, pp. 5-1, 5-50 (1961).
- WILSON, H. H.: *Time of hydrocarbon expulsion, paradox for geologists and geochemists*. AAPG Bull., v. 59, pp. 69-84 (1975a).
- WILSON, H. H.: *Time of hydrocarbon expulsion paradox for geologists and geochemists: reply to E. W. BIEDERMAN*. AAPG Bull., v. 59, pp. 2054-2055 (1975b).
- WILSON, H. H.: *«Frozen» hydrocarbon accumulations or Diagenetic traps. Exploration targets*. AAPG Bull., v. 61, pp. 483-491 (1977).
- YURKOVA, R. M.: *Comparison of post-sedimentary alteration of oil-gas-and water-bearing rocks*. Sedimentology, v. 15, pp. 53-68 (1970).

Recibido: Diciembre 1980

Tipos de ambientes y de sedimentos en las playas arenosas de la región de Cabo Peñas (Asturias)

Por G. FLOR (*)

RESUMEN

Dentro de los ambientes supra, inter y submareal de las playas arenosas actuales, que se desarrollan en la región de Cabo Peñas, se llega a diferenciar una serie de depósitos, que quedan definidos por su posición, dimensiones y parámetros texturales.

Estos depósitos dependen de los agentes morfológicos y dinámicos. La gran diversidad de las variables apuntadas están más acentuadas en este sector costero por lo que implica este importante cabo dentro de una costa subrectilínea.

Se hace referencia concreta a las playas de Xagó y Luanco, por representar dos playas con características muy diferentes, en cuanto a los agentes citados, y bien definidas, dentro de una costa típicamente acantilada y perfectamente extensibles a playas situadas en costas de este tipo.

ABSTRACT

It is possible to establish several types of deposits in sandy beaches and backshore, foreshore and offshore environments in Cap Peñas region defined by their position, dimensions and textural parameters.

These deposits depend on dynamics on each beach, that is the result of morphologic (situation on the coast, orientation and magnitude) and dynamic agents (waves, tides and coastal current). Xagó and Luanco beaches are the best representative ones on Peñas region and they are studied to define those deposits.

SITUACION

La región de Cabo Peñas constituye un apéndice continental en la costa subrectilínea cantábrica, básicamente acantilada, dentro de la zona cen-

tral asturiana; esta anomalía, que supone el cabo, permite, junto con otros factores (litología, tectónica, presencia de desembocaduras fluviales próximas, etc.), la instalación de playas arenosas de diferentes dimensiones y grado de evolución (figura 1).

La playa de Xagó está situada en el límite oriental de la región de Peñas; es una playa amplia y fuertemente evolucionada, como lo demuestran los extensos campos dunares, sometida a los frentes de oleaje del NO, predominantes en todo el Cantábrico, y a la corriente costera.

La playa de Luanco, por el contrario, está situada en el sector nororiental de Cabo Peñas; es representativa de playas pequeñas poco evolucionadas, típicas de este área de sombra (FLOR, 1978), con escaso desarrollo submareal, tamaños de grano finos y fuerte bioturbación; los oleajes del NE tienen una incidencia particular, así como el efecto mareal.

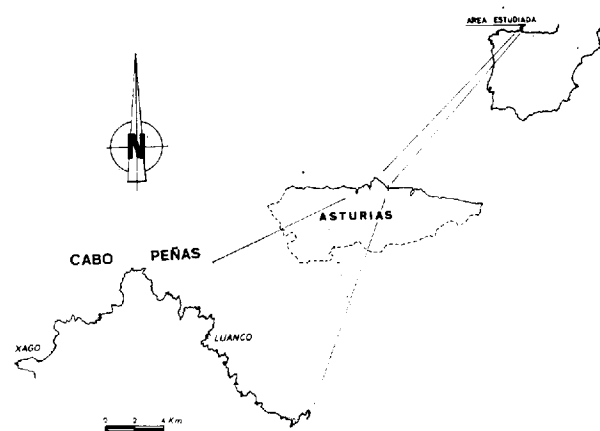


Figura 1

(*) Departamento de Estratigrafía. Oviedo.

PROBLEMAS PLANTEADOS

En una costa donde el tipo de circulación y sedimentación de playas arenosas depende esencialmente de los factores morfológicos (posición en la costa, dimensión y orientación de la playa) y dinámicos (oleajes, mareas y corriente costera) se pueden definir cada uno de los ambientes y tipos de sedimentos por las características sedimentológicas.

La inclusión de dos tipos de playas bien diferenciadas, como son las de Xagó y Luanco, permite no sólo establecer cada una de las unidades definidas, sino también explicar el comportamiento de las playas arenosas dentro de un sector litoral rectilíneo y acantilado con una anomalía geográfica, como es la existencia de un cabo; por ello, el esquema de distribución de facies litológicas, en sentido perpendicular a la costa, se ve modificado paralelamente al litoral por el efecto de la corriente costera sobre el cabo. Su aplicación a series antiguas queda, de esta manera, plenamente justificada.

METODOLOGIA

Se recogieron 712 muestras de todas las playas arenosas importantes de la región de Peñas, de las que 112 corresponden a la de Xagó y 16 a la de Luanco, de las áreas inter y submareal, para las épocas de calma y tormenta; se han tenido en cuenta muestras procedentes de estudios anteriores (SÁNCHEZ DE LA TORRE y FLOR, 1976; FLOR, 1978 y 1979), de las que se han separado 7 pertenecientes a la zona supramareal de Tenrero, completando así el espectro de los diferentes ambientes.

Para definir cada uno de estos ambientes se han considerado los parámetros granulométricos: Centil, Media, Clasificación, Asimetría y Angulosidad (los de relación según FOLK y WARD, 1957), incluyendo el porcentaje carbonatado bioclástico; los diagramas de C-M (PASSEGA, 1957; PASSEGA y BYRAMJEE, 1965); la correlación Media-Carbonatos; las calcimetrías por fracciones; el contenido biogénico; la bioturbación del sedimento (FLOR et al., 1980) y los propios referentes a la morfología de las playas.

Para determinar las características de los tipos de depósito se tienen en cuenta los parámetros

granulométricos y contenido carbonatado aludidos, además de su posición en cada uno de los ambientes, teniendo en cuenta los frentes de oleaje.

FACTORES MORFOLOGICOS

Son el resultado de la litología, tectónica, evolución del área y de la dinámica litoral y controlan, por causa de esta última, el movimiento de las masas de arena. Son tres los factores principales:

- Posición de la playa en la costa, por lo que supone unas condiciones más o menos energéticas o dinámicas del material arenoso.
- Orientación, frente a los agentes dinámicos, que hace que predominen unas condiciones de circulación, tanto en intensidad como en distribución.
- Dimensiones, que según se trate de pequeñas o grandes playas la dinámica específica será diferente.

FACTORES DINAMICOS

La introducción o entrada de energía en el sistema de playa se realiza mediante la intervención de tres tipos de agentes:

- La corriente costera, que es una componente de la gran corriente oceánica (Corriente

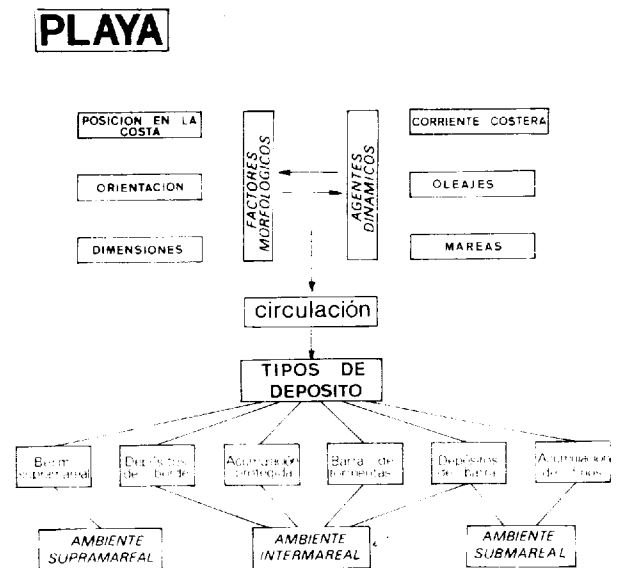


Figura 2

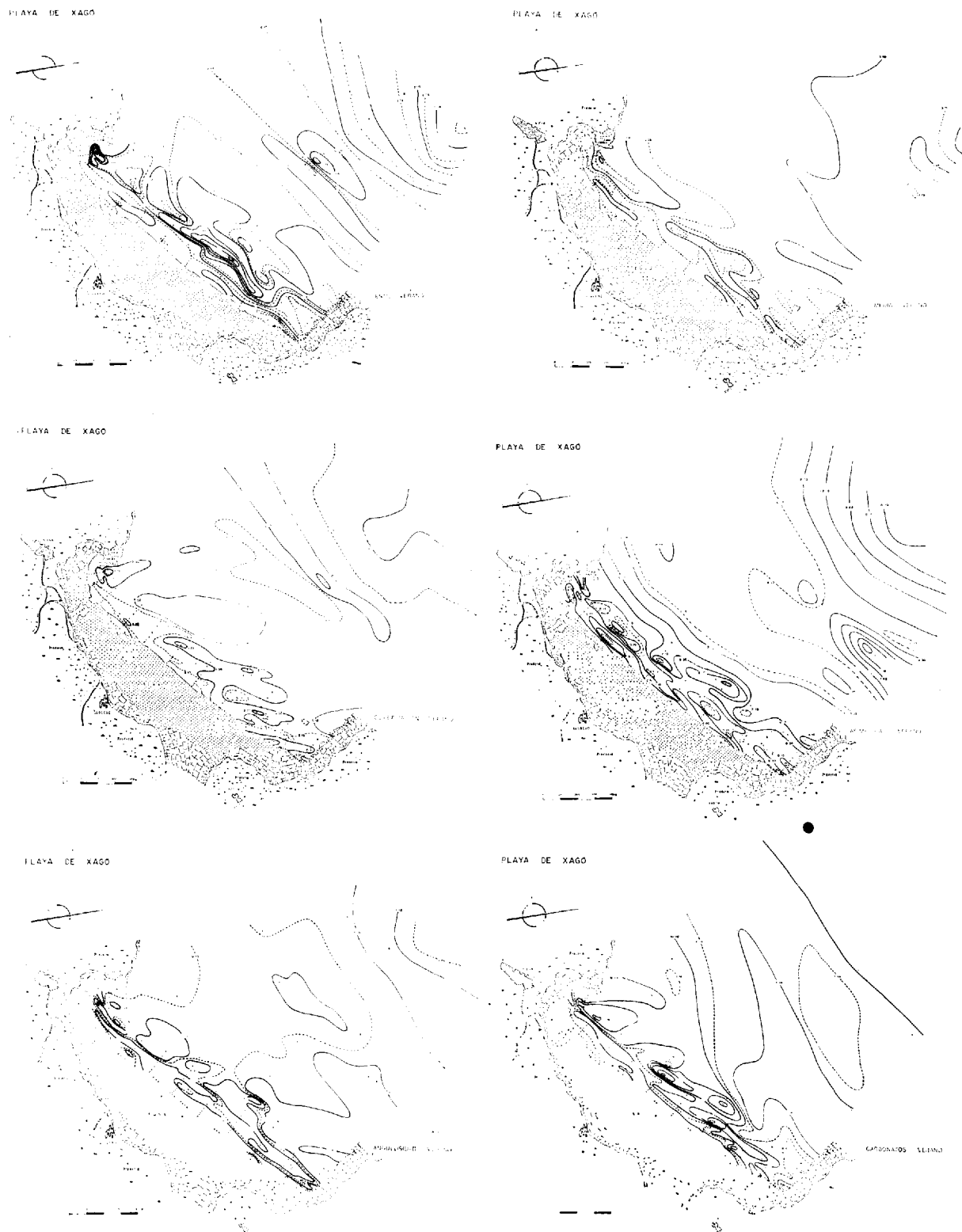


Figura 3

del Golfo); circula paralelamente a la costa de O a E, con velocidades medias de 1 nudo y que se pueden ver incrementadas cuando el oleaje procede del cuarto cuadrante.

- El oleaje, que es el factor energético más importante, puede proceder del:

NO, son los más frecuentes durante todo el año.

N, son los más raros, apareciendo con ocasión de tormentas, pero de gran importancia, por cuanto producen fuerte erosión en las playas.

NE, idéntico al anterior.

ENE, que actúa en época de calmas, particularmente en verano.

- Las mareas, que en el Cantábrico oscilan de micro a mesomareales y son semidiurnas. La onda marea se desplaza de occidente a oriente, con una velocidad de propagación de aproximadamente 160 m/seg. (FLOR, 1979). Parece que la onda marea se mueve según direcciones SSO-NNE de flujo y refluo, cuyos efectos sobre el sedimento parecen contrarrestarse; no ocurre así sobre la configuración de la morfología playera, en que se hace patente la formación de berms a distintas alturas con ocasión de mareas muertas y uno simple y amplio en mareas vivas.

Las mareas van a permitir separar cada uno de los ambientes de playa.

PLAYA DE XAGO

Esta playa es la más occidental dentro de la región de Peñas, así como la de mayores dimensiones (1.650 m. de longitud y 1.725 de anchura), orientada en una dirección NE-SO.

En la época de calma, en que los componentes de oleaje provienen del O y NO y menos frecuentemente del NE, se identifican los tipos de sedimentos siguientes (figura 4):

- *Depósitos de barra*, de forma alargada en planta, que aparecen en la parte central y centro-oriental intermareal.
- *Depósitos de borde*, restringidos al límite

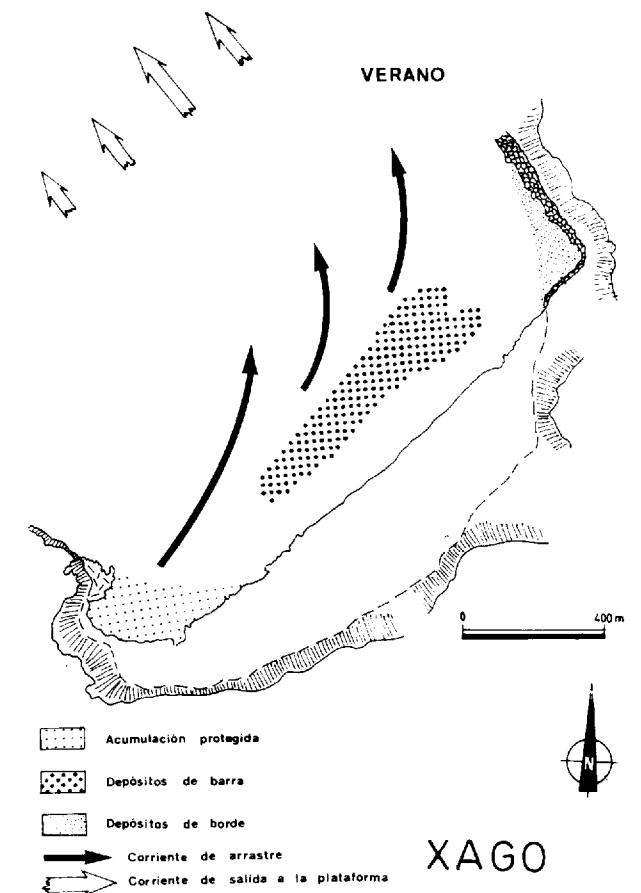


Figura 4

oriental intermareal y parcialmente en la submareal.

- *Sedimentos de acumulación protegida*, que se colocan en el mismo borde occidental intermareal.

Se ponen en evidencia los componentes de las corrientes de arrastre, que extruyen material de la playa hacia el N y las de corriente de salida a la plataforma, que enlazan con aquéllas, donde se tiene el mayor volumen de salida de arena en posición E; estas últimas contienen un mayor porcentaje de material fino que las correspondientes a la de arrastre.

PLAYA DE LUANCO

Es la más reducida de todo el conjunto de Peñas (300 m. de longitud máxima y 110 de anchura media), estando protegida en su borde N por el espigón del Gallo.

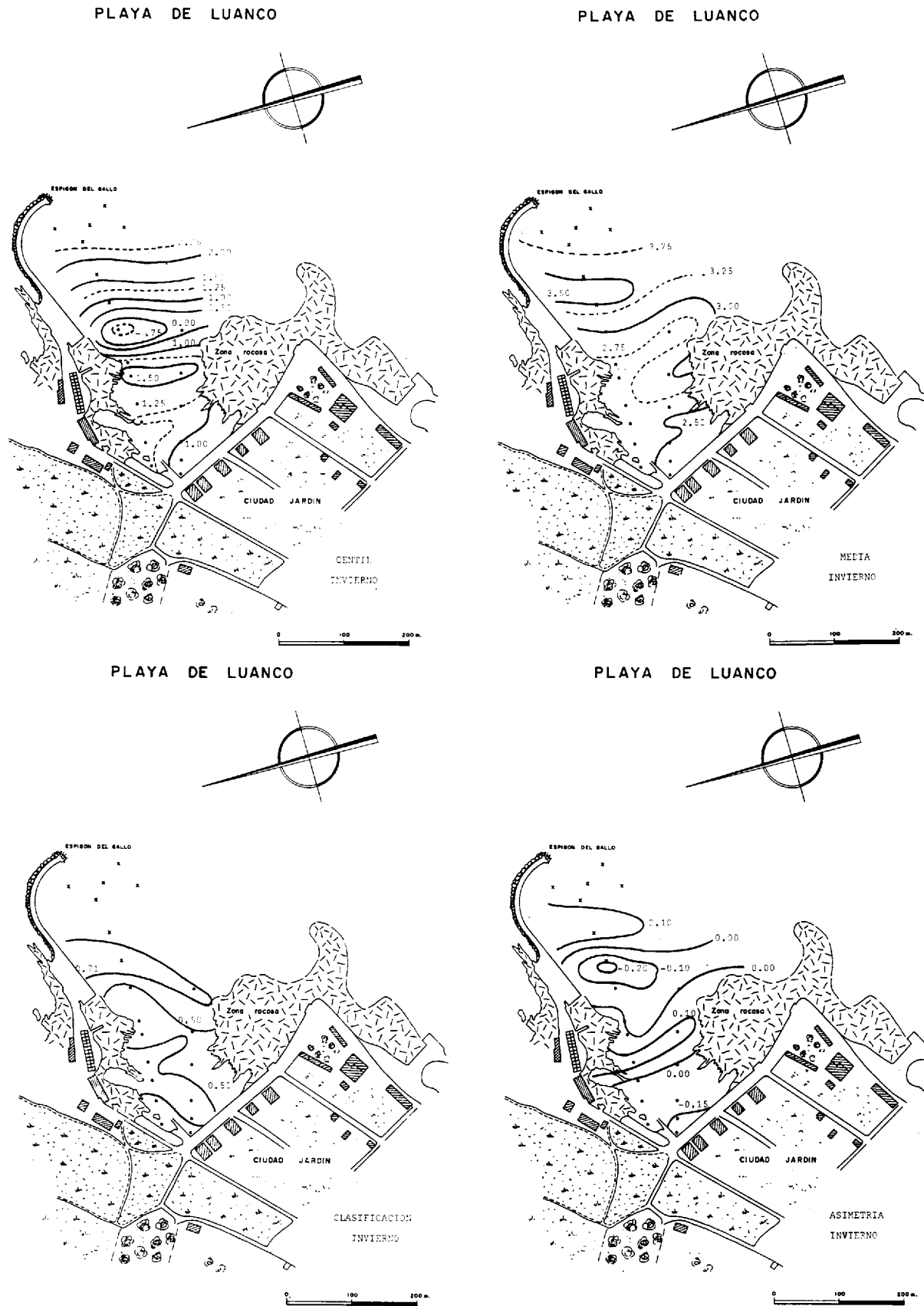


Figura 5

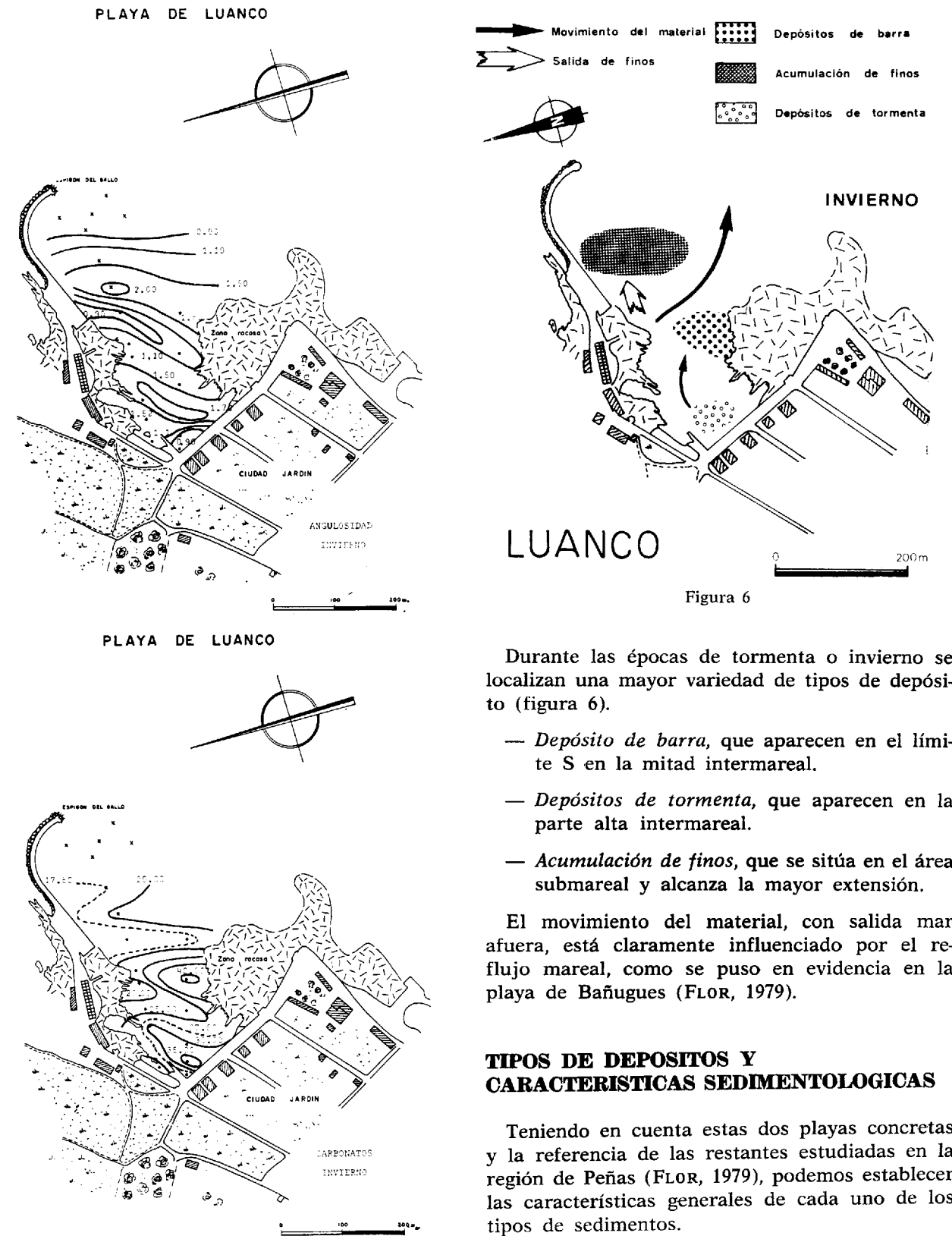


Figura 6

Durante las épocas de tormenta o invierno se localizan una mayor variedad de tipos de depósito (figura 6).

- *Depósito de barra*, que aparecen en el límite S en la mitad intermareal.
- *Depósitos de tormenta*, que aparecen en la parte alta intermareal.
- *Acumulación de finos*, que se sitúa en el área submareal y alcanza la mayor extensión.

El movimiento del material, con salida mar afuera, está claramente influenciado por el reflujo mareal, como se puso en evidencia en la playa de Bañugues (FLOR, 1979).

TIPOS DE DEPOSITOS Y CARACTERISTICAS SEDIMENTOLOGICAS

Teniendo en cuenta estas dos playas concretas y la referencia de las restantes estudiadas en la región de Peñas (FLOR, 1979), podemos establecer las características generales de cada uno de los tipos de sedimentos.

Figura 5

— *Depósitos de barra.* Varían fuertemente de tamaños, pero predominan los medios; también la Clasificación oscila entre las clases extremas, dominando las bien clasificadas; las Asimetrías tienen una gran variabilidad, predominando las de cifras positivas; las Angulosidades son también muy variables, destacando las curvas mesokurtóticas y platikurtóticas; los carbonatos llegan a porcentajes altos.

Son muy importantes en grandes playas, limitándose en las menores a pequeñas formas.

— *Depósitos de borde.* Los tamaños se reparten entre medios y finos, tratándose de arenas moderadamente bien clasificadas; las Asimetrías se mueven dentro de un amplio espectro de valores; las Angulosidades se distribuyen mayoritariamente en Mesokurtosis y Platikurtosis; los porcentajes carbonatados son bajos.

— *Barra de tormentas.* Tamaños medios a gruesos; arenas bien y moderadamente bien clasificadas; las Asimetrías tienden claramente hacia valores positivos y las Angulosidades a Mesokurtosis; los Carbonatos, que son el principal indicador de estos depósitos, adquieren porcentajes muy altos. Aparecen en la parte alta intermareal, en invierno; durante el verano es preferible hablar de depósitos residuales, produciéndose un lavado de los más finos.

— *Acumulación protegida.* Los tamaños oscilan de medio a finos; la Clasificación está comprendida entre buena y moderadamente buena; las Asimetrías ligeramente positivas; las Angulosidades suelen quedar dentro de la clase de Mesokurtosis, y los Carbonatos varían de medio a altos.

Conociendo la corriente de deriva playera se identifican estos depósitos en las áreas protegidas, siendo típicos de grandes playas.

— *Acumulación de finos.* Los tamaños se colocan dentro de la categoría de finos y muy finos; las Clasificaciones son moderadas y moderadamente buenas; las Asimetrías se mueven dentro de cifras extremas; las Angulosidades entre Mesokurtosis y Leptokurtosis, y los Carbonatos llegan a valores muy bajos.

Aparecen en la zona submareal de la playa, desplazándose desde posiciones más externas a más internas de calma a tormenta.

Asimismo, para el establecimiento de la dinámica particular de cada playa en las diferentes épocas de calma y tormenta se han tenido en cuenta las megaestructuras más representativas de la zona intermareal (bancos, canales, megaripples, etcétera) y los parámetros granulométricos; de estos últimos se han entresacado los criterios básicos siguientes:

— Los tres parámetros, Centil (C), Media (Mz) y promedio carbonatado (%) son, en cierto modo, correlacionables a la hora de interpretar el sentido del movimiento. De la distribución de isolíneas se infiere la trayectoria, desde valores más bajos (tamaños gruesos) a más altos (tamaños finos), siguiendo las tendencias de gradientes más bajos.

— De la relación Centil-Media, que mide parcialmente la distribución de la Clasificación, se determina la mayor o menor fluctuación de la velocidad de corriente (valores bajos o altos, respectivamente).

— A partir de la distribución ideal de curvas simétricas se puede seguir la evolución, en un perfil con idéntico tamaño de granos, del desplazamiento de las mismas hacia valores positivos (pérdida o lavado de poblaciones finas, dominando los tamaños gruesos) o hacia negativos (ganancia de finos y pérdida de gruesos). El producto de una corriente implica una acumulación de residuos finos.

— Los valores altos de Angulosidad suponen un aporte intenso de poblaciones de un tamaño determinado, en comparación con la curva ideal, procedentes del arrastre de material por las corrientes. La mezcla de poblaciones de diferentes tamaños proporciona valores bajos.

TIPOS DE AMBIENTES

Los tipos de ambientes se relacionan con las variedades de sedimentos en el sentido de que éstos aparecen repartidos en los diferentes ambientes de las playas como producto de los factores morfológicos y dinámicos.

En la región de Peñas puede definirse una se-

rie de ambientes (S, I, O), que pueden ser subdivididos en subambientes, refiriéndonos en todo momento a playas arenosas.

Ambiente supramareal (S)

Queda representado de forma específica en la playa de Tenrero, presentando una superficie más o menos plana inclinada hacia tierra; el tamaño de grano es grueso, motivado por condiciones de alta energía durante tormentas, que van acumulando grandes fragmentos biogénicos, y por el carácter propio de la playa; las Clasificaciones son buenas; las Asimetrías tienden claramente hacia valores negativos y con fuertes porcentajes carbonatados. En Carranques, en que prácticamente sólo se construye un berm supramareal con ocasión de prolongadas condiciones de calma, el tamaño es también comparativamente más grueso que el resto de la playa; la Clasificación es buena; las Asimetrías rondan la curva ideal y los Carbonatos son altos. El valor del Cs es, en todos los casos, de 1,5 mm. Los índices de correlación Media-Carbonatos son muy bajos, al igual que la mayor parte de los subambientes intermareales. Las calcimetrías por fracciones revelan la existencia de curvas unimodales y bimodales, como corresponde a depósitos poco equilibrados en la relación componentes bioclásticos-terrestres. El contenido biogénico está representado por Lamelibranquios, en mayor número, seguido de Gasterópodos, Equinodermos y Balanos. El sedimento no presenta ningún retoque producido por organismos, pero sí se ve afectado por la acción eólica.

Ambiente intermareal (I)

Es el mejor representado en todas las playas y la que mayor variabilidad padece, por ser la que mejor responde a la dinámica de los agentes litorales. Por ello, se trata de la zona más idónea para establecer la relación entre la dinámica costera y los procesos de sedimentación y sedimentología de los depósitos.

Subambiente I₁. Intermareal expuesto

Se distinguen dos subdivisiones dentro de esta categoría, atendiendo a la composición (relación carbonatos biogénicos con terrestres):

I_{1a} — Áreas intermareales expuestas de arenas cuarzosas. La morfología de la playa está representada por un talud intermareal con pendiente progresivamente más suave hacia bajar, donde se desarrollan bancos y canales discontinuos. El tamaño de grano es fino, disponiéndose, en superficie, barras de cantos cuarcíticos; las Clasificaciones son medianamente buenas; las Asimetrías rondan la curva ideal y los contenidos carbonatados son muy bajos (9,5 por 100). El valor del Cs se sitúa en 1,0 mm. Los índices de correlación Media-Carbonatos son buenos y muy buenos. En las calcimetrías por fracciones las curvas intermareales tienden a disminuir el contenido carbonatado con el tamaño de grano, lo que supone un equilibrio de los componentes dentro de la granulometría. El contenido biogénico está constituido, en su mayor parte, por Lamelibranquios, seguido de Gasterópodos, Equinodermos y Balanos. La única actividad orgánica se refiere a las pistas de Anélidos en la superficie, pero de forma muy discontinua. La playa de Xagó es la representante dentro de esta clase.

I_{1b} — Áreas intermareales expuestas de arenas de cuarzo y carbonatos biogénicos. La morfología intermareal es más compleja, distinguiéndose un talud intermareal de cierta pendiente, representado por tamaños gruesos, y una terraza de bajar, de pendiente sumamente suave; en ocasiones se origina un pequeño abombamiento en posición central y un canal de desagüe en la banda interna, donde son frecuentes ripples asimétricos y linguoides, a pequeña y mediana escala. En el límite entre ambas formas se construyen multitud de rill-marks, que forman una banda muy marcada. El tamaño de grano es grueso y medio, Clasificaciones buenas, Asimetrías muy variables y curvas mesokurtóticas y contenidos carbonatados muy altos (38-55 por 100). El Cs es de 1,00 mm. Los índices de correlación Media-Carbonatos son medios y muy bajos. Las calcimetrías por fracciones se reparten en curvas bimodales y unimodales y, menos frecuentemente, con disminución del contenido carbonatado con el tamaño. La variedad biogénica

está representada casi exclusivamente por Lamelibranquios y, en pequeña proporción, Gasterópodos, Equinodermos y Balanos. Existe gran profusión de pistas de Anélidos en áreas muy limitadas, concretamente en canales, y en la parte alta son frecuentes tubos de Talítridos, que se entierran ocasionalmente en la arena. Las playas representativas corresponden al conjunto de Verdicio y Carranques.

Subambiente 1₂. Intermareal protegido

Las playas del borde nororiental: Bañugues, Luanco, Antromero y Candás presentan este tipo de subdivisión. La pendiente intermareal es muy suave, al tratarse de tamaños de grano finos, y continua, disminuyendo progresivamente hacia la bajamar. Las Clasificaciones oscilan dentro de la clase de arenas moderadamente bien clasificadas, las Asimetrías predominantemente negativas y las Angulosidades se reparten ampliamente entre Mesokurtosis y Leptokurtosis. Los contenidos carbonatados son medios y bajos (15,50-28 por 100). El valor del Cs se rebaja considerablemente hasta 0,40 mm. Los índices de correlación Media-Carbonatos son medios y bajos. Las calcimetrías por fracciones permiten identificar diferentes tipos de curvas, siendo las más generalizadas las unimodales, con máximos en tamaños intermedios y en tamaños superiores para disminuir hacia los finos. El contenido biogénico es muy variado: disminuyen los Lamelibranquios, a favor de Gasterópodos, Equinodermos y formas pequeñas: Foraminíferos, Briozoos, Ostrácodos y espículas de Esponjas. Los restos de Balanos están prácticamente ausentes.

Ambiente O

Presenta una gran variabilidad entre las playas del borde occidental y suroriental y las incluidas dentro del nororiental.

En general, existe una diferencia notable entre éstas y las intermareales, aún dentro de la misma playa.

Podemos intentar una subdivisión atendiendo a los mismos criterios, si bien, en esta ocasión, la relación terrígenos-carbonatos se ve fuertemente disminuida.

Subambiente O₁. Submareal expuesto

Se subdividen en dos clases:

O_{1a} — Áreas submareales expuestas de arenas cuarzosas. La morfología es de pendiente suave, más que la intermareal, distinguiéndose una barra de tormentas hacia los 7 m. de profundidad; por delante se sitúa un surco asociado a la barra. El tamaño de grano es fino y muy fino; Clasificaciones buenas y muy buenas hacia el exterior; las Asimetrías oscilan grandemente y las Angulosidades se mueven hacia Leptokurtosis y mucha Leptokurtosis. Los contenidos carbonatados son muy bajos (inferiores al 7 por 100), disminuyendo al aumentar la profundidad. El Cs es de 1,0 mm. Los índices de correlación Media-Carbonatos son muy bajos. Las calcimetrías por fracciones no difieren del subambiente intermareal. El contenido biogénico va variando a medida que se gana profundidad; en la porción más somera los porcentajes se parecen a los del área intermareal, pero hacia el exterior van disminuyendo Lamelibranquios y Balanos y aumentando Gasterópodos, Equinodermos, Briozoos, Foraminíferos, Esponjas y Ostrácodos.

O_{1b} — Áreas submareales de arenas de cuarzo y carbonatos biogénicos. La morfología es totalmente comparable a la anterior. El tamaño de grano es medio y fino, la Clasificación es moderadamente buena, la Asimetría oscila fuertemente de valores positivos a negativos, la Angulosidad predominantemente es mesokurtósica y los Carbonatos relativamente altos (30-40 por 100). Los índices de correlación Mz-Carbonatos son excelentes en prácticamente la mayor parte de los casos. Dentro de las calcimetrías por fracciones es general la disminución del contenido carbonatado desde los tamaños gruesos a los finos. El contenido biogénico está representado en su mayor parte por Lamelibranquios, pero a medida que aumenta la profundidad disminuyen a favor de Gasterópodos, Equinodermos, Foraminíferos, Briozoos, espículas de Esponjas y Ostrácodos.

Subambiente O₂. Submareal protegido

La extensión submareal es reducida, desde 1,5 m. de profundidad en Antromero, 2 m. en Luanco a 5,0 m. en Bañugues, continuándose por una zona rocosa ampliamente colonizada por Algas. El tamaño es sumamente fino; la Clasificación es moderadamente buena y moderada en menor grado; la Asimetría oscila de valores negativos a positivos, la Angulosidad varía fuertemente entre Platykurtosis y Leptokurtosis. Los carbonatos son bajos, alrededor del 15 por 100, disminuyendo al aumentar la profundidad. El Cs = 0,40. Los índices de correlación Mz-Carbonatos son medios y buenos, excepto en Luanco. Las calcimetrías por fracciones revelan una tendencia a disminuir los carbonatos con el tamaño de grano. El contenido biogénico carbonatado sigue parcialmente la tendencia de las áreas intermareales; disminuyen ligeramente los Lamelibranquios y Gasterópodos, éstos más acusadamente al aumentar la profundidad, los Balanos disminuyen también mar afuera. Los Equinodermos son algo más numerosos. Los Foraminíferos se mantienen, mientras que los Briozoos disminuyen fuertemente. Las Esponjas aumentan en cierta proporción.

CONCLUSIONES

1. Se establecen diferentes tipos de depósitos (barra, tormenta de borde, acumulación protegida y de finos), que dependen de las condiciones de oleaje y que quedan definidos por su posición en la playa y por los parámetros texturales.
2. El movimiento de las masas arenosas se in-

duce a partir de los planos de oleaje, teniendo en cuenta dos tipos de playa según las dimensiones, las megaestructuras y la información de los parámetros granulométricos.

3. Los ambientes y subambientes de las playas arenosas de la región de Cabo Peñas, que son una respuesta entre la interacción de la corriente costera y la geografía del cabo, están marcados por una serie de parámetros sedimentológicos (granulometrías, contenido carbonatado, valor del Cs, correlación Media-Carbonatos, calcimetrías por fracciones, contenido biogénico y grado y variedad de la bioturbación del sedimento).

BIBLIOGRAFIA

- FLOR, G.: *Relación entre la distribución de sedimentos y la circulación costera en la región del Cabo Peñas*. Trabajos de Geología, 10: 183-194 (1978).
- FLOR, G.: *Depósitos arenosos de las playas del litoral de la región de Cabo Peñas (Asturias): sedimentología y dinámica*. Tesis doctoral. Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Oviedo (1979) (no publicada).
- FLOR, G.; GARCÍA-RAMOS, J. C., y VALENZUELA, M.: *Actividad biogénica en la playa actual de San Pedro de Antromero*. Bol. de la R. Soc. de Hist. Nat. (Geol), 77: 181-197 (1979).
- FOLK, R. L., y WARD, W. C.: *Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters*. Jour. Sedim. Petrol. 31: 514-529 (1957).
- PASSEGA, R.: *Texture and characteristics of clastic deposition*. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., 41: 1952-1984 (1957).
- PASSEGA, R., y BYRAMJEE, R.: *Grain-size image of clastic deposits*. Sedimentology, 13: 233-252 (1965).
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L., y FLOR, G.: *Sedimentación en el litoral de Cabo Peñas (Verdicio)*. Trabajos de Geología, 8: 311-316. Oviedo (1976).

Recibido: Julio 1980

Premières datations radiométriques par la méthode potassium-argon des granitoides de la Sierra Morena occidentale (Province de Badajoz, Espagne): Conséquences géologiques et métallogéniques

Par R. DUPONT (*), E. LINARES (**) et J. PONS (***)

RESUMEN

Este estudio trata de la datación geocronológica por el método K-Ar convencional de varios macizos graníticos del anticlinorio de Burguillos del Cerro. Las edades obtenidas corresponden a: 339 ± 50 M.A., 328 ± 10 M.A., 305 ± 10 M.A. y 279 ± 10 M.A. Estos resultados confirman, en acuerdo con las observaciones geológicas, que existe un plutonismo hercínico que se desarrolla cronológicamente desde el Carbonífero Inferior hasta el Carbonífero tardío-Permiano Inferior. Dicho plutonismo corresponde a tres épocas sucesivas de la actividad plutónica. Por último, las dataciones radiométricas permiten un mejor conocimiento de la historia metalogénica de este sector de la Ossa-Morena, en particular se puede conocer la edad de la provincia —época plutónica hercínica ferrífera— de la Sierra Morena.

RESUME

La datation par la méthode K-Ar conventionnelle des roches de plusieurs massifs plutoniques de l'anticlinorium de Burguillos del Cerro met en évidence les âges suivants: 339 ± 50 M.A., 328 ± 10 M.A., 305 ± 10 M.A. et 279 ± 10 M.A. Ces résultats, joints à des critères géologiques, permettent de confirmer l'existence d'un plutonisme varisque polyphasé, s'étageant du Carbonifère inférieur au Carbonifère terminal — Permien inférieur et correspondant à trois montées magmatiques successives. Enfin, il est possible de mieux comprendre l'histoire métallogénique de ce secteur de l'Ossa-Morena, en précisant en particulier l'âge de la province-époque plutonique hercynienne ferrifère de la Sierra Morena.

1. INTRODUCTION

Les intrusions étudiées sont localisées dans la partie méridionale de la Meseta Iberique. A l'intérieur de la zone Ossa-Morena (fig. 1A) de F. LOTZE (1945), elles sont situées dans l'anticlinorium de Burguillos del Cerro (fig. 1B) vaste structure allongée NW-SE, constituée d'un coeur bien développé de Précambrien supérieur («seria negra») et flanquée de terrains du Cambrien inférieur et moyen.

Les résultats de ces datations radiométriques sont les premiers obtenus dans la Sierra Morena occidentale. Ils permettent, en précisant l'âge de

(*) Laboratoire de Métallogénie de l'E.N.S.G.B.P. numéro 452-54001, NANCY Cedex (France).

(**) Instituto de Geocronología y Geología Isotópica. Pabellón 2, Ciudad Universitaria; 1428 Buenos Aires (Argentina).

(***) Laboratoire de Géologie-Pétrologie. Université Paul Sabatier; 38, rue des Trente-Six Ponts; 31400 Toulouse (France).

l'activité plutonique, de mieux connaître l'histoire géologique de cette région; en outre, ils aident à mieux appréhender l'évolution métallogénique de la province ferrifère de la Sierra Morena (R. DUPONT, 1979).

2. METHODES ANALYTIQUES ET RESULTATS

Les mesures d'âge radiométriques ont été réalisées par la méthode K/Ar conventionnelle, suivant les techniques analytiques utilisées à l'INGEIS et décrites ailleurs (E. LINARES et L. KLEINER, 1973). Elles ont été effectuées sur des minéraux séparés, principalement sur des biotites.

L'analyse de l'Argon 40 radiogénique ($^{40}\text{Ar}^*$) a été réalisée par la méthode classique de la dilution isotopique en utilisant un gaz traceur, l'isotope ^{38}Ar de l'argon. Le dosage proprement dit de l'argon, après fusion et purification, a été effec-

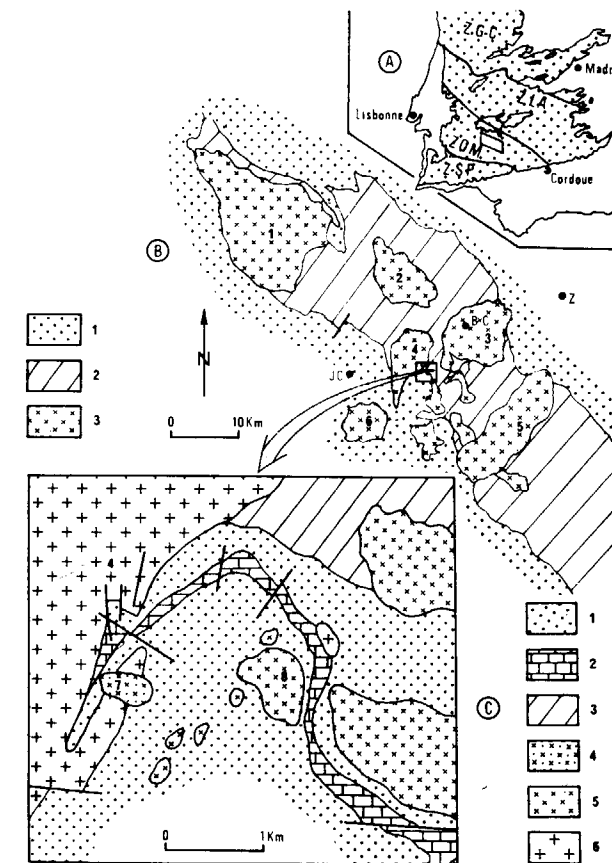


Figura 1.—A) Zonéographie du Massif Hespérique de F. LOTZE (en pointillé: Protérozoïque et Paléozoïque); Z.G.C.=Zone galaïco-castillane; Z.L.A.=Zone luso-alcaldienne; Z.O.M.=Zone ossa-morénique (le petit cadre correspond à la fig. B); Z.S.P.=Zone sud-portugaise.

B) Schéma cartographique de l'anticlinorium de Burguillos del Cerro et localisation des massifs détés. 1=Cambrien; 2=Précambrien supérieur («seria negra»); 3=massifs intrusifs hercyniens, avec, 1: massif de Barcarrota; 2: massif de Salvatierra de los Barros; 3: complexe de Burguillos del Cerro; 4: massif de Brovales; 5: massif de Valencia del Ventoso; 6: intrusion de La Bazana. Symboles: Z=Zafra; BC=Burguillos del Cerro; JC=Jerez de los Caballeros.

C) Secteur de San Guillermo. Lithostratigraphie simplifiée: 1=Cambrien métamorphique indifférencié; 2=Cambrien calcaro-dolomitique (Géorgien moyen); 3=Précambrien supérieur; 4=stock de San Guillermo; 5=granites fins à deux micas; 6=tonalites du massif de Brovales. Les numéros à l'intérieur des intrusions correspondent à: 4=Brovales; 7=San Guillermo; 8=stock de Valuengo.

tué à l'aide d'un spectromètre de masse (type Reynolds). La précision analytique a été testée à l'aide d'une biotite standard (Biotite SJ-1), patron interne du Laboratoire de l'INGEIS.

Le potassium a été dosé par photométrie de

flamme (appareil type Baird Atomic KY-4) en utilisant un patron interne de lithium.

Les âges ont été calculés en utilisant les constantes suggérées par le Subcomité de Géochronologie de l'I.U.G.S. (STIEGER et JEAGER, 1977):

$$\begin{aligned}\lambda_{\text{tot.}} &= 5,30 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1} \\ \lambda_{\text{K}} &= 0,585 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1} \\ {}^{40}\text{K} &= 0,0119 \text{ atome \%}\end{aligned}$$

Les échantillons datés concernent les tonalites du massif de Brovales (R1-5), les monzonites (faciès le plus différencié) du complexe gabbro-dioritique de Burguillos del Cerro (501), les dykes granodioritiques recoupant le faciès précédent (78), la monzodiorite du massif de Valencia del Ventoso (721), les dolérites en bordure du massif précédent (968), le granite à biotite du massif de Salvatierra de los Barros (956), le stock granitique de San Guillermo (W1-3) et, enfin, les granites fins à deux micas du stock de Valuengo (Z1-13 et X1-16).

Le tableau 1 donne les résultats des analyses radiométriques. Nous avons signalé, en plus des teneurs en argon 40 radiogénique, les pourcentages d'argon 40 d'origine atmosphérique ($^{40}\text{Ar}_{\text{atm}}$) contenus dans les teneurs en argon 40 total.

3. DISCUSSION

Les principales intrusions concernées par cette étude (Burguillos, Brovales, Valencia et Salvatierra) étaient intégrées au plutonisme calco-alcalin tardiorogénique du Sud de la Meseta ibérique. On considérerait en effet que leur mise en place était postérieure à la deuxième phase tectonique hercynienne, d'âge westphalien moyen et antérieure aux dépôts du Stéphanien continental (J. P. BARD et J. FABRIES, 1970; R. CAPDEVILA, G. CORRETGE et P. FLOOR, 1973; J. FABRIES, 1977).

Des arguments pétrologiques et structuraux récents plaident en faveur d'une mise en place syn-tectonique de ces massifs: au cours de l'orogénèse hercynienne, auraient successivement fait intrusion les massifs de Burguillos, de Valencia del Ventoso et, en fin, de Brovales (J. PONS et J. P. BRUN, 1979). D'autre part, les simples observations de terrain permettent de conclure à la postériorité du stock granitique de San Guillermo (fig. 1 C).

Echantillon	Référence INGEIS	matériel	K %	$^{40}\text{K} \cdot 10^{-8} \text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$	$^{40}\text{Ar}^* \cdot 10^{-10} \text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$	$^{40}\text{Ar}_{\text{atm}} \%$	Age (M.A.) \pm incertitude
R1-5	1679	biotite	6,20	18,507	34,786	8,7	305 \pm 10
W1-3	1681	muscovite	6,09	18,179	31,074	73,4	279 \pm 10
78	1675	biotite	6,79	20,268	41,396	9,8	328 \pm 10
501	1674	biotite	4,53	13,522	36,745	72,7	423 \pm 30
721	1676	biot.et amphib.	3,10	9,254	19,631	83,3	339 \pm 50
956	1677	biotite	6,39	20,865	57,799	15,6	431 \pm 15
Z1-13	1683	biotite	5,43	16,209	15,445	86,6	159 \pm 10
X1-6	1682	biotite	3,91	11,671	6,947	94,9	102 \pm 50
968	1678	biotite	4,24	12,656	39,454	52,1	478 \pm 100

Tableau 1 - RESULTATS ANALYTIQUES - Echantillons : R1-5 = Brovales; W1-3 = San Guillermo; 78 = dykes Burguillos; 501 = monzonite Burguillos; 721 = Valencia del Ventoso; 956 = Salvatierra de los Barros; Z1-13 et X1-6 = Valuengo; 968 = dolérites Valencia del Ventoso.

Les âges radiométriques obtenus sont partiellement en concordance avec ces nouveaux arguments géologiques. Ainsi, les âges enregistrés par le massif de Valencia del Ventoso (339 \pm 50 M.A.) et par le dyke granodioritique de Burguillos (328 \pm 10 M.A.) indiquent un premier épisode magmatique, synorogénique (Les âges siluriens trouvés pour le massif de Burguillos lui-même (423 \pm 30 M.A.) et pour le massif de Salvatierra de los Barros (431 \pm 15 M.A.) sont, a priori, trop anciens pour ces plutonites qui semblent liées à l'orogénèse varisque). L'âge westphalien moyen du massif de Brovales témoigne d'un second épisode magmatique, encore synorogénique. Quant à celui, stéphanien terminal à Permien inférieur, du stock de San Guillermo, il confirme sa postériorité dans l'histoire magmatique.

En résumé, compte tenu des observations de terrain et des âges radiométriques obtenus, on peut affirmer que le magmatisme varisque de ce

secteur de la Sierra Morena occidentale s'étage dans le temps de la façon suivante:

— les intrusions les plus anciennes, antérieures à la deuxième phase tectonique varisque d'âge westphalien moyen, sont représentés par les massifs de Valencia del Ventoso, de Burguillos del Cerro et, probablement, par celui de Salvatierra de los Barros;

— un deuxième plutonisme hercynien se manifeste en fin de deuxième phase de déformation: il est représenté par le massif de Brovales;

— enfin, le stock de San Guillermo (Stéphanien terminal à Permien inférieur), mis en place nettement après la deuxième phase de déformation varisque, correspond à une troisième montée magmatique, posttectonique.

En ce qui concerne les autres intrusions datées, les résultats obtenus sont peu crédibles, soit que le degré d'incertitude est trop élevé (478 \pm 100

M.A. pour les dykes de dolérites), soit que l'âge trouvé est en complet désaccord avec les données géologiques (102 \pm 50 M.A. et 159 \pm 10 M.A. pour le stock de Valuengo) (R. DUPONT, 1979).

4. COMPARAISONS AVEC D'AUTRES MESURES D'AGES ABSOLUS DU SUD DE LA MESETA IBERIQUE

Les seules mesures d'âges absolus de la moitié méridionale de la Meseta ibérique susceptibles d'être comparées avec ces résultats correspondent à des intrusions de la zone luso-alcudienne. Bien que cette dernière présente de notables différences stratigraphiques et structurales avec la zone de l'Ossa-Morena, on remarque que, comme dans la zone étudiée, les âges de mise en place des granitoïdes hercyniens s'étagent du Carbonifère inférieur au Permien inférieur et se regroupent autour de trois époques: vers 326 M.A. (Viséen supérieur à Namurien), vers 298 M.A. (Westphalien supérieur) et vers 286 M.A. (Carbonifère supérieur à Permien inférieur).

En effet, l'étude bibliographique des données géochronologiques permet de relever les âges suivants: granodiorite de Fontanosas (Ciudad Real): 302 \pm 10 M.A. (F. LEUTWEIN et al., 1970); batholite de los Pedroches: granodiorite d'Andujar (Jaén): 291 \pm 15 M. A. (M. H. PENHA et A. ARRIBAS, 1974); granodiorite de Venta de Azuel (Córdoba): 342 \pm 17 M. A. (H. BELLON et al., 1979); rhyolite (315 \pm 16 M.A.) et rhyodacite (297 \pm 15 M.A. du secteur Conquista-Venta de Azuel (H. BELLON et al., 1979); granodiorite de Las Cabezas (330 \pm 17 M.A.) et granodiorite de Quintana (295 \pm 15 M.A.) dans le secteur de Castuera, Badajoz (op cit.), granite monzonitique de Logrosán (Cáceres): 337 \pm 17 M.A. (op. cit.); diorite quartzique de Obejo (Córdoba): 327 \pm 16 M. A. (op. cit.); granite subalcalin (316 \pm 16 M. A.) et granite monzonitique (332 \pm 17 M. A.) du massif granitique de Los Arenales (Córdoba) (op. cit.); granodiorite de Campanario, Badajoz: 305 \pm 10 M. A. (M. H. PENHA et A. ARRIBAS, 1974); granodiorite d'Albala-Montanchez, Cáceres: 313 \pm 10 M. A. (op. cit.); batholite d'Albuquerque-Nisa, Badajoz, Alto Alentejo: 281 \pm 10 M. A. (op. cit.) et 290 \pm 8 M. A. (F. MENDEZ, 1968); rhyolite d'Almaden-Siruella, Ciudad Real: 302 \pm 15 M. A. (H. BELLON et al., 1979) et massif granitique de Santa Eulalia, Alto Alentejo: 281 \pm 12 M.A. (MENDEZ, 1968; F. GONCALVEZ et A. V. P. COELHO, 1970).

Cette remarque rejoint certains résultats avancés récemment (H. BELLON et al., 1979), selon lesquels le plutonisme varisque apparaît nettement polyphasé et semble correspondre à trois montées magmatiques distinctes, avec des âges de l'ordre de 325 M.A., de 300 M. A. et enfin de 285 H. A.

5. CONCLUSIONS

Conséquences géologiques: Les granitoïdes varisques de ce segment de la Sierra Morena occidentale se sont mis en place du Carbonifère inférieur au Permien inférieur. Bien que le nombre de datations soit relativement réduit, on remarque que leurs âges radiométriques correspondent:

— à un premier plutonisme, syntectonique, représenté par le massif de Valencia del Ventoso (Viséen), par les granites (dykes) du complexe de Burguillos (Namurien) et, probablement, par ce massif lui-même et par celui de Salvatierra de los Barros;

— à une deuxième montée plutonique, tardi-orogénique, représentée par le massif de Brovales (Westphalien moyen);

— enfin, à une troisième montée plutonique tardive, nettement post-tectonique, représentée par le stock granitique de San Guillermo (Carbonifère supérieur à Permien Inférieur).

D'après les recherches effectuées par l'un d'entre nous (R. DUPONT, 1979), il se développe, plus tardivement (263 \pm 10 M. A.: Permien moyen) dans ce secteur un magmatisme alcalin à hyperalcalin (syénites à hastingsite et granite à arfvedsonite, riébeckite et aegyrine); typiquement anorogénique, il indique que cette zone de la Meseta Ibérique était le siège, à cette époque, d'importants mouvements de distension (R. DUPONT, à paraître).

Implications métallogéniques: Ces données géochronologiques ont permis de dater les différentes transformations (recristallisations métamorphiques, remobilisations, etc.) provoquées par les granitoïdes étudiés sur les minéralisations ferrières volcano-sédimentaires cambriennes situées au contact, à proximité ou à l'intérieur (septa) des corps intrusifs (R. DUPONT, 1979). En effet, en liaison avec les intrusions signalées précédemment, diverses concentrations ferrières s'individualisent à différentes périodes:

— entre le Viséen et le Namurien, apparaît (en septa) une partie des minéralisations, associées au complexe de Burguillos: mines de Monchi, La Judia, etc.;

— au Westphalien moyen, les divers skarns minéralisés liés au massif de Brovales: carrières «Santa Barbara», «El Colmenar», mine de San Guillermo;

— du Carbonifère supérieur terminal au Permien inférieur, les remobilisations associées au stock de San Guillermo (partie méridionale du secteur de «El Colmenar» à la mine de San Guillermo).

Ces remobilisations dues au plutonisme (granitisation) varisque constituent une province-époque métallogénique (A. J. BERNARD et Ch. MARIGNAC, 1976) parmi les quatre époques métallifères de la Sierra Morena (R. DUPONT, 1979). Toutefois, il semble que si l'«héritage par la granitisation», à travers ces remobilisations, soit l'essentiel de la source des concentrations de cette province-époque plutonique hercynienne, la possibilité d'apport de métal «frais» non-hérité, d'origine magmatogène, ne peut pas être écartée; dans le cas présent, elle peut être manifestement minimisée.

BIBLIOGRAFIA

- BARD, J. P. et FABRIES, J.: *Aperçu pétrographique et structural sur les granitoïdes de la Sierra Morena occidentale (Espagne)*. Bol. Geol. y Minero, T. LXXXI, pp. 112-127 (1970).
- BELLON, H.; BLANCHERE, H.; CROUSILLES, M.; DELOCHE, Ch.; DIXSAUT, Ch.; HERTRICH, B.; PROST-DAME, V.; ROSSI, Ph.; SIMON, D. et TAMAIN, G.: *Radiochronologie, évolution tectono-magmatique et implications métallogéniques dans les Cadomovariscides du Sud-Est hespérique*. Bull. Soc. Géol. Fr., T. XXI, núm. 2, pp. 113-120 (1979).
- BERNARD, A. J., et MARIGNAC, Ch.: *Métallogénie et tectonique des plaques. Réflexions méthodologiques*. Ann. Min. Belgique, 9, pp. 729-746 (1976).
- BRUN, J. P., et PONS, J.: *Existe-t-il des granites post-tectoniques dans la chaîne hercynienne*. 7ème Réunion des Sciences de la Terre, Lyon, p. 89 (1979).
- CAPDEVILA, R.; CORRETGE, G., et FLOOR, P.: *Les granitoïdes varisques de la Meseta Ibérique*. Bull. Soc. Géol. Fr., XV, 7, pp. 209-228 (1973).

DUPONT, R., et VEGAS, R.: *Le Cambrien inférieur du Sud de la Province de Badajoz (Sud-Ouest Espagne). Distribution des séries sédimentaires et volcaniques associées*. C. R. Ac. Sc. Paris, T. 286, pp. 447-450 (1978).

DUPONT, R.: *Sur l'existence d'intrusions sub-volcaniques (yenites alcalines et granite à riebeckite-arfvedsonite/aegyrine) au Sud de la Province de Badajoz, zone de l'Ossa-Morena Occidentale, Espagne*. 6ème Réunion Sci. Terre, Orsay, p. 153 (1978).

DUPONT, R.: *Cadre géologique et métallogénique des gisements de fer du Sud de la Province de Badajoz (Sierra Morena Occidentale, Espagne)*. Thèse Doct. Ing., Nancy, 371 p. (1979).

FABRIES, J.: *Les formations cristallines et métamorphiques du Nord-Est de la Province de Séville (Espagne). Essai sur le métamorphisme des roches éruptives basiques*. Sciences de la Terre, Mém. núm. 4, 262 p. (1963).

FABRIES, J.: *Métamorphisme et plutonisme varisque dans la partie méridionale de la Meseta Ibérique. In: La chaîne varisque d'Europe moyenne et occidentale*. Coll. Int. C. N. R. S., núm. 243, pp. 487-496 (1977).

GONCALVES, F., y COELHO, A. V. P.: *Nota previa sobre o provavel caracter subvolcânico do maciço granítico de Santa Eulalia (Alto Alentejo)*. Bol. Mus. Lab. Fac. Ciênc., vol. 11, fasc. 2, pp. 251-263, Lisboa (1970).

LEUTWEIN, F.; SAUPE, F.; SONET, J., et BOUYX, E.: *Première mesure géochronologique en Sierra Morena. La granodiorite de Fontanosas (Ciudad Real, Espagne)*. Geol. Mijnb., 49, pp. 297-304 (1970).

LINARES, E., y KLEINER, L.: *Actas 5to. Congr. Geol. Argentina*, 1, pp. 395-403 (1973).

LOTZE, F.: *Einige Problem der Iberischen Meseta*. Geotekton. Forsch., Berlín, H. 6, pp. 78-92 (1945).

MENDES, F.: *Contribuição à l'étude géochronologique par la méthode au Strontium des formations cristallines du Portugal*. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Cien. Lisboa, vol. 11, fasc. 1, pp. 1-150 (1968).

PENHA, M. H., y ARRIBAS, A.: *Datación geocronológica de algunos granitos uraníferos españoles*. Bol. Geol. Min., T. LXXXV, pp. 271-273 (1974).

PONS, J., et BRUN, J. P.: *Les structures internes des granitoïdes: tectonique et écroulement magmatique*. 7ème Réunion des Sciences de la Terre, Lyon, p. 379 (1979).

PRIEM, H. N. A.; BOELRIJK, N. A. I. M.; VERSCHURE, R. H.; HEBEDA, E. H. and VERDURMEN, E. A. Th.: *Dating events of acid plutonism through the Paleozoic of the western Iberian Peninsula*. Eclog. geol. Helvet., 63, 1, pp. 265-274 (1970).

STIEGER y JEAGER: *Earth. and Plan Sci. Lett.*, 36, 3, pp. 359-362 (1977).

Concentración del mineral de hierro y de la pirita contenidos en la mena tipo «gossan» de la mina «Camargo» (Santander)

Por J. M. FERNANDEZ BECERRIL (*) y R. ALVAREZ RODRIGUEZ

RESUMEN

En el trabajo se estudia la concentración de los minerales de hierro presentes en la mineralización tipo «gossan» de la mina «CAMARGO», en la provincia de Santander. Se llega a la conclusión que es posible obtener concentrados de goetita bajos en azufre y comercialmente utilizables, así como concentrados de pirita de ley comercial haciendo uso de las técnicas de flotación con espumas en condiciones que se describen.

SUMMARY

In the present work the concentration process of the iron minerals occurring in the «gossan» type mineralization of the «CAMARGO» mine (province of Santander) is studied. It may be concluded that it is possible to obtain low sulphur goethite concentrates, commercially adapted, as well as pyrite concentrates, also commercially valid, by using froth flotation techniques whose conditions are described.

1. INTRODUCCION

En la mina «Camargo», situada en la provincia de Santander (fig. 1, para croquis de situación) existe una mineralización tipo «gossan» de zona de oxidación en que parte de una pirita inicial ha sufrido un proceso de oxidación, como demuestra el estudio metalogénico de la misma, que ha dado como resultado su transformación parcial en goetita.

Un análisis típico de esta mena, deducido de las muestras estudiadas, da para sus contenidos en hierro y azufre los siguientes valores:

Azufre (como S)	11 %
Hierro (como Fe)	56 %

A la vista de este dato se deduce que si fuese posible rebajar la ley en azufre a límites tolerables para la utilización como mineral de hierro de este producto, la mena citada podría ser explotada (haciendo salvedad de los condicionantes económicos) y más si se logra al mismo tiempo recu-

perar la pirita residual para su aprovechamiento. Este es el fin que ha perseguido la realización de este estudio.

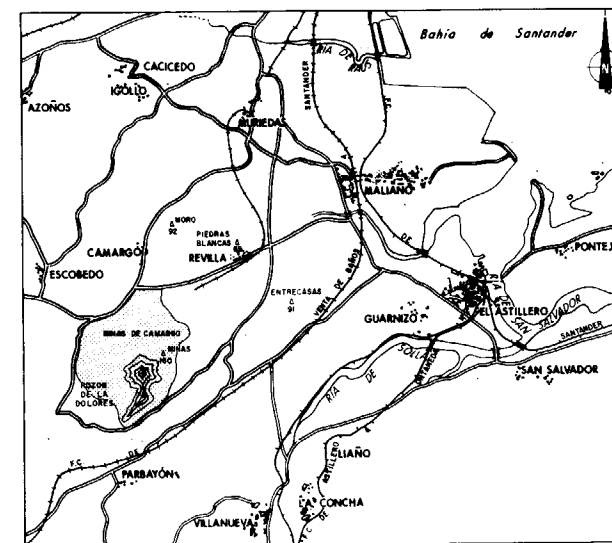


Figura 1.—Croquis de situación de la mina «Camargo».

(*) Instituto Geológico y Minero de España.

2. ESTUDIO DE LA MUESTRA DESDE EL PUNTO DE VISTA MINERALOGICO Y TAMAÑO DE LIBERACION

Para la realización del trabajo se ha partido de una muestra de unos 35 k., constituida en su mayoría por granos mayores de 50 mm., como muestra la granulometría siguiente:

Tamaño mm.	Peso del rechazo %
+ 50	95,83
- 50	4,17
	100,00

Del estudio microscópico realizado sobre probetas pulidas confeccionadas con mineral de la muestra se deduce que la pirita, que se presenta en cristales de muy diferente tamaño, ha sufrido una alteración a partir de las fracturas o cruceros de fracturación y se ha transformado en goetita fundamentalmente, habiendo progresado de tal forma esta alteración en algunas zonas que prácticamente no se observa presencia de pirita residual. En alguna probeta se ha observado la presencia de una pequeña proporción de marcasita o también de hematites ligada a la goetita. Es, asimismo, probable la presencia de un tenue borde de jarosita sobre los granos de pirita. La presencia de minerales silicatados es muy baja. En las fotografías micrográficas núms. 1, 2 y 3 se muestran diferentes grados de alteración de la pirita:

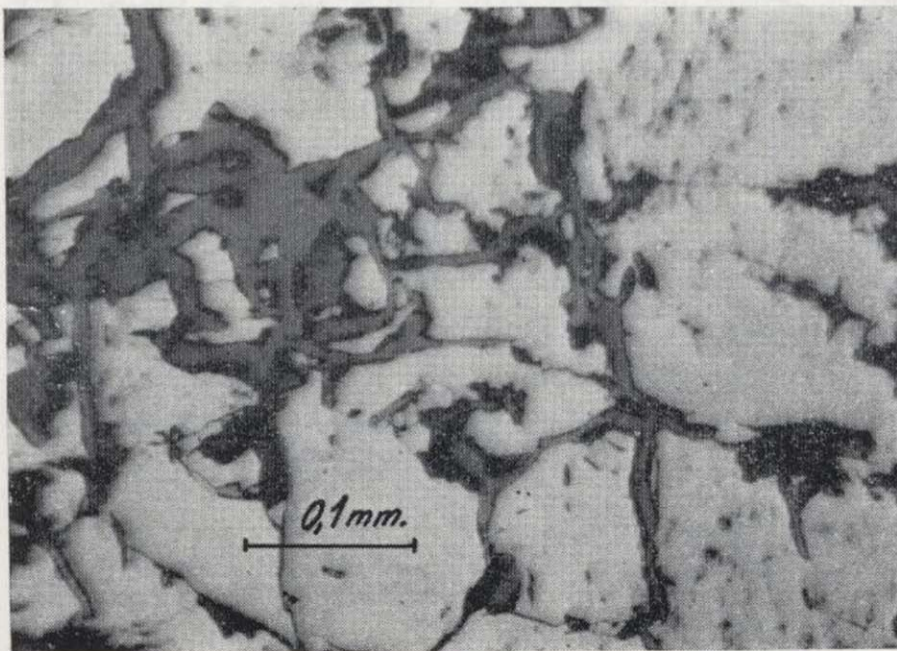


Foto 1.—Detalle de un grano de pirita mayor de 160 micrómetros, mostrando la formación de goetita en las fracturas (los granos claros son pirita, observación con nicoles paralelos).

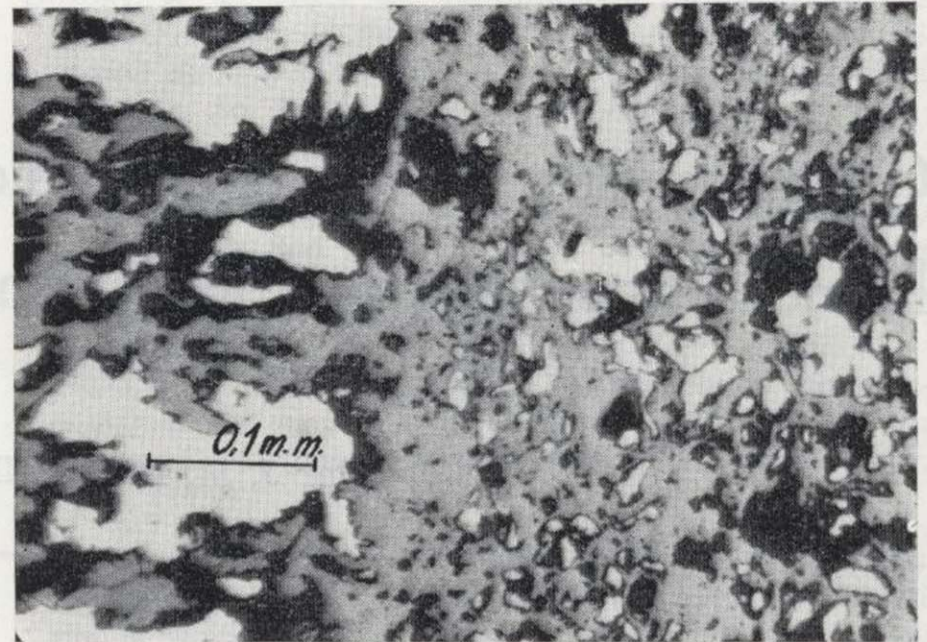


Foto 2.—Zona bastante alterada a goetita mostrando granos de pirita residual (granos más claros) (observación con nicoles paralelos).



Foto 3.—Zona totalmente limonitizada (sin pirita), donde se observa la textura rítmica coloidal de la goetita (las zonas más oscuras son huecos o silicatos).

En resumen, la composición mineralógica de la muestra es:

Minerales metálicos hipogénicos:	Pirita.
Minerales metálicos supergénicos:	Goetita y mucha menor proporción de hematites y marcasita.
Minerales no metálicos:	Pequeña proporción de minerales transparentes.

2. ESTUDIO DE LA MUESTRA DESDE EL PUNTO DE VISTA MINERALOGICO Y TAMAÑO DE LIBERACION

Para la realización del trabajo se ha partido de una muestra de unos 35 k., constituida en su mayoría por granos mayores de 50 mm., como muestra la granulometría siguiente:

Tamaño mm.	Peso del rechazo %
+ 50	95,83
- 50	4,17
	100,00

Del estudio microscópico realizado sobre probetas pulidas confeccionadas con mineral de la muestra se deduce que la pirita, que se presenta en cristales de muy diferente tamaño, ha sufrido una alteración a partir de las fracturas o cruceros de fracturación y se ha transformado en goetita fundamentalmente, habiendo progresado de tal forma esta alteración en algunas zonas que prácticamente no se observa presencia de pirita residual. En alguna probeta se ha observado la presencia de una pequeña proporción de marcasita o también de hematites ligada a la goetita. Es, asimismo, probable la presencia de un tenue borde de jarosita sobre los granos de pirita. La presencia de minerales silicatados es muy baja. En las fotografías micrográficas núms. 1, 2 y 3 se muestran diferentes grados de alteración de la pirita:



Foto 1.—Detalle de un grano de pirita mayor de 160 micrómetros, mostrando la formación de goetita en las fracturas (los granos claros son pirita, observación con nicoles paralelos).



Foto 2.—Zona bastante alterada a goetita mostrando granos de pirita residual (granos más claros) (observación con nicoles paralelos).

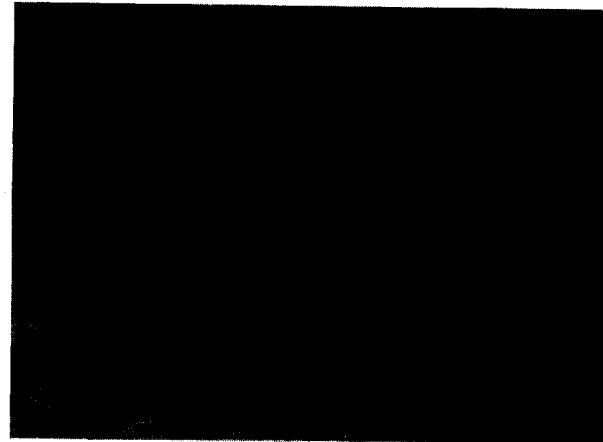


Foto 3.—Zona totalmente limonitizada (sin pirita), donde se observa la textura rítmica coloidal de la goetita (las zonas más oscuras son huecos o silicatos).

En resumen, la composición mineralógica de la muestra es:

- Minerales metálicos hipogénicos: Pirita.
- Minerales metálicos supergénicos: Goetita y mucha menor proporción de hematites y marcasita.
- Minerales no metálicos: Pequeña proporción de minerales transparentes.

Con el fin de determinar los tamaños de liberación (en este caso, y de forma fundamental, el de la pirita) para poder orientar los ensayos de concentración, se han realizado los histogramas de las probetas estudiadas en lo referente a los tamaños de la pirita mediante contaje (se han considerado agrupadas la pirita y la marcasita, ya que ambas son portadoras de azufre), de los que se deduce que existe una importante liberación de la pirita bien definida a un tamaño superior a 160 micras (entre el 52 y el 83 por 100 de la pirita está en granos mayores de este tamaño), pero hay que tener presente que debido a los bajos límites impuestos por la industria siderúrgica al contenido de azufre del mineral de hierro, es muy importante el hecho de que entre un 11 y un 25 por 100 de la pirita se encuentre en tamaños comprendidos entre 20 y 80 micrómetros, lo que obligará seguramente a molindas del orden de 200 mallas para alcanzar un grado de liberación práctico, según se ha de confirmar en los ensayos de concentración.

La figura 2 muestra el histograma típico de una probeta en lo relativo a la distribución de tamaños de la pirita.

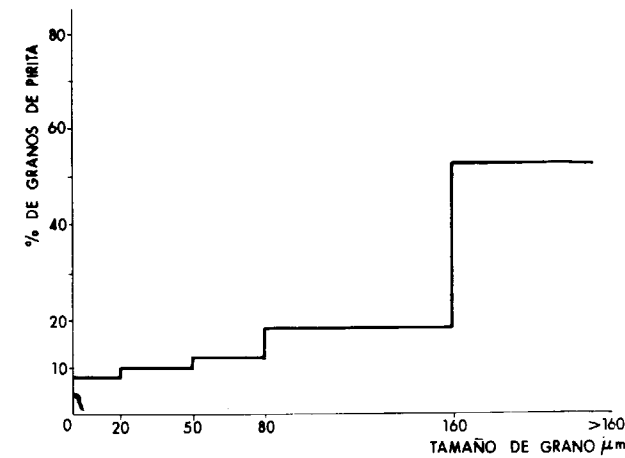


Fig. 2

Figura 2.—Histograma típico de distribución de la pirita en las probetas.

3. ENSAYOS DE ESCOGIDO A MANO

A la vista de los conocimientos adquiridos al examinar la muestra y teniendo en cuenta que la goetita (principal mineral de hierro presente) y la

pirita no presentan grandes diferencias de densidad ni de susceptibilidad magnética, que existe un porcentaje relativamente importante de pirita con tamaños entre 20 y 80 micrómetros y que la presencia de azufre es altamente perjudicial para el mineral de hierro, el único procedimiento de concentración práctico que se puede utilizar, pensando en una posible explotación industrial, es la flotación que puede tratar minerales finamente molidos y además, en principio, existen buenas propiedades diferenciales químico-físicas entre la goetita y la pirita, aunque las superficies de grano alteradas pueden modificar los resultados.

No obstante, y debido a la presencia de grandes trozos liberados de pirita y mineral de hierro, se ha intentado un escogido a mano sobre los tamaños mayores de 20 mm. obtenidos al triturar la muestra a 50 mm., con el fin de conseguir la necesaria liberación, aunque como era de esperar no se han obtenido resultados satisfactorios.

Al triturar la muestra recibida para obtener un tamaño de grano inferior a 50 mm., se produce una serie de finos que es preciso eliminar por tamizado. Se ha aprovechado esto para efectuar una granulometría de esta muestra ya triturada y el análisis químico de las fracciones obtenidas con el fin de conocer cómo se distribuyen los contenidos de hierro y azufre en dichas fracciones. Los resultados están dados en la Tabla I.

TABLA I
Granulometría y análisis de la muestra triturada a menos de 50 mm.

Fracción mm	Peso %	Leyes		Rendimientos	
		% S	% Fe	% en S	% en Fe
+ 20	77,16	8,58	56,51	59,58	78,13
+ 0,50	21,35	19,53	53,73	37,55	20,56
- 0,50	1,49	21,35	49,28	2,87	1,31
Total:	100,00	11,11	55,81	100,00	100,00

Como se aprecia en la Tabla I, la proporción de fracción mayor de 20 mm. es elevada y conserva el 78,13 por 100 del hierro contenido en la muestra, y al mismo tiempo pierde ley en azufre, pues queda con un 8,58 por 100 de S frente al 11,11 de

la muestra total. Se deduce que para el escogido a mano es favorable inicialmente el efectuado el tamizado para eliminar los finos donde se concentra el azufre.

También se deduce que la pirita se concentra en los finos y es más fácilmente disgregable que el mineral de hierro, y así la ley en azufre de la fracción menor de 0,5 mm. llega al 21,35 por 100.

Con la fracción mayor de 20 mm. se realizan los ensayos de escogido a mano, operando de una forma rápida y del modo más parecido a como habría de hacerse industrialmente. Los resultados están dados en la Tabla II.

TABLA II

Escogido a mano de la fracción mayor de 20 mm.

Fracción	Peso %	Leyes	
		% S	% Fe
Concentrado	31,92	1,63	57,78
Estéril	68,08	11,83	55,91
Total	100,00	8,58	56,51

Como se puede deducir de la Tabla II, el rendimiento en peso del concentrado es pequeño (31,92 por 100) y esto es debido a que la mayoría de los granos presentan partes piritosas, pero su ley en azufre es solamente del 1,63 por 100.

Un cuadro completo de resultados, teniendo en cuenta las otras fracciones granulométricas no tratadas, está dado en la Tabla III.

TABLA III

Resultados de la preparación de la muestra para el escogido a mano y del propio escogido

Fracción	Peso %	Leyes		Rendimientos	
		% S	% Fe	% en S	% en Fe
+ 20 } Concent.	24,63	1,63	57,78	3,61	25,50
+ 20 } Estéril	52,53	11,83	55,91	55,97	52,63
+ 0,50	21,35	19,53	53,73	37,55	20,56
- 0,50	1,49	21,35	49,28	2,87	1,31
Total:	100,00	11,11	55,81	100,00	100,00

De la Tabla III se deduce que el concentrado obtenido de mineral de hierro sólo representa el 24,63 por 100 del peso del todo-uno y el rendimiento en hierro es del 25,50 por 100 solamente, siendo además de mala calidad, pues aunque su ley en hierro es del 57,78 por 100 como Fe, le queda todavía una ley en azufre del 1,63 por 100. El estéril, o sea, el producto piritoso, no sería apto tampoco para aplicaciones industriales, pues contiene sólo un 11,83 por 100 en azufre, ley que no aumentaría mucho aunque se le mezclasen los finos, debido a las relaciones de pesos.

Debe, pues, descartarse cualquier concentración o preconcentración basada en el procedimiento de escogido a mano.

4. CONCENTRACION POR FLOTACION

Después de una serie de ensayos de tanteo, se ha visto que la separación de la pirita y el mineral de hierro es posible efectuando la flotación de la pirita y dejando el mineral de hierro en el residuo.

Asimismo se ha determinado que los reactivos a emplear son el amilxantato de potasio como colector de la pirita y el aceite de pino como espumante. La flotación ha de conducirse a un pH ácido, aproximadamente a un valor de 4-5, para lograr el cual es preciso la adición de ácido sulfúrico; también se utiliza silicato de sodio como dispersador de las lamas y depresor general de los no sulfuros.

El problema de la flotación estriba en que el hundido, o sea el mineral de hierro, ha de quedar muy limpio de azufre (pirita), lo cual obliga a un agotamiento a fondo en la flotación de la pirita, dificultado por el estado alterado de parte de la misma. En cambio, no presenta ningún problema la obtención de un buen concentrado de pirita con alta ley en azufre.

Como variables fundamentales del proceso de flotación se han estudiado la molienda y el tiempo de flotación (también las cantidades de reactivos), la primera por la importancia de la liberación de la pirita para conseguir una extracción lo más completa posible de la misma, dados los tamaños tan finos en que se presenta una parte de ella, y

la segunda por la importancia que tiene el perfecto agotamiento de la pirita, ya que toda la que quede sin flotar aumentará la ley en azufre del mineral de hierro irremediablemente.

El esquema utilizado en todos los ensayos de flotación ha consistido en una molienda en húmedo del mineral, seguido de su traslado a la celda de flotación, donde se regula la densidad de pulpa a un 25 por 100 de sólidos. Posteriormente, se añade el silicato de sodio y se regula el pH a un valor entre 4 y 5 por adición de ácido sulfúrico concentrado.

Una vez acondicionada la pulpa al pH deseado se añaden el amilxantato de potasio y el aceite de pino precisos, de una forma escalonada a lo largo de la flotación, y se obtiene un hundido definitivo, que es el mineral de hierro y un flotado que se relava para dar un concentrado de pirita y unos mixtos (véase fig. 3).

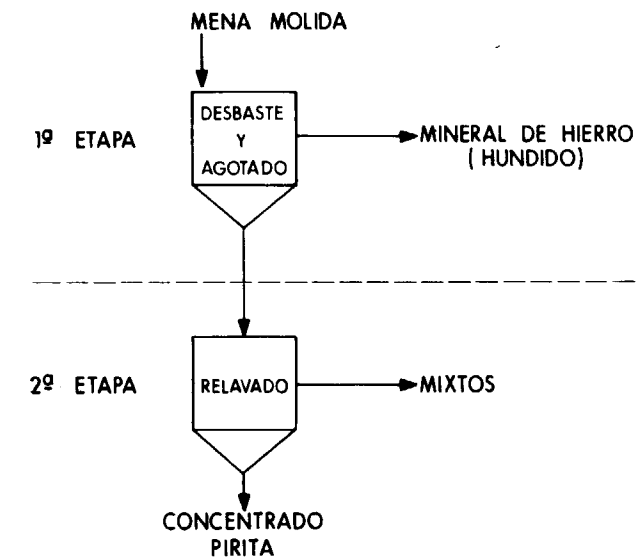


Figura 3.—Esquema de flotación.

Las moliendas utilizadas han sido de dos tipos, que denominaremos A y B; la primera, que da un 66,1 por 100 menor de 74 micras (200 mallas), y la segunda, que da un 85,6 por 100 menor de 74 micras. Las dos granulometrías completas de las citadas moliendas son las dadas en la Tabla IV.

TABLA IV
Granulometrías de las moliendas

Tamaño mm	% en peso (rechazo)	
	A	B
+ 0,149	9,2	1,1
+ 0,105	10,9	4,0
+ 0,074	13,8	9,3
+ 0,053	12,5	13,4
- 0,053	53,6	72,2
Total	100,0	100,0

Ensayos realizados con la molienda A

1er. tipo

Se ha realizado la flotación de desbaste durante todo el tiempo preciso para agotar la pirita que flota. Las condiciones, reactivos y tiempos utilizados en cada fase (determinados en ensayos anteriores) son los siguientes:

- Desbaste { pH: 5
Silicato de sodio: 600 g/t
Acido sulfúrico: 1,8 Kg/t
Amilxantato de potasio: 300 g/t
Aceite de pino: 150 g/t
Tiempo de flotación: 13 minutos
- Relavado { pH: 5
Sin reactivos
Tiempo de flotación: 3 minutos

En la Tabla V se expresan los pesos de los productos obtenidos, así como sus leyes y rendimiento en azufre y hierro.

TABLA V
Flotación con molienda A y agotado de la pirita (13 minutos)

Producto	Peso %	Leyes		Rendimientos	
		% S	% Fe	% en S	% en Fe
Concen. pirita ...	19,0	51,72	45,98	90,83	15,61
Mixtos	8,5	7,58	55,36	5,96	8,41
Mineral hierro ...	72,5	0,48	58,63	3,21	75,98
Total	100,0	10,82	55,95	100,00	100,00

De la Tabla V se deduce que el mineral de hierro se obtiene con un rendimiento en peso del 72,5 por 100 sobre el todo uno y con unas leyes en azufre de 0,48 por 100 y en hierro del 58,63, que unido a que el rendimiento en hierro del mismo es del 75,98 por 100, hacen de él un buen mineral de hierro, con posibilidades de utilización.

Asimismo se obtiene un concentrado de pirita de buen contenido en azufre (51,72 por 100 de ley en S) y con un rendimiento en peso del 19,0 por 100.

La granulometría de la pirita y mineral de hierro obtenidos están dadas en la Tabla VI.

TABLA VI

Tamaño mm	Pirita % en peso rechazo	Mineral de hierro % en peso rechazo
+ 0,149	3,3	8,2
+ 0,105	8,0	12,6
+ 0,074	14,7	12,0
+ 0,053	18,0	13,6
- 0,053	56,0	53,6
Total	100,0	100,0

De la Tabla VI se deduce que la pirita tiene un 74,0 por 100 de su peso en tamaños inferiores a 74 micras (200 mallas Tyler) y el mineral de hierro obtenido tiene un 67,2 por 100 de su peso en tamaños inferiores al mencionado.

2.º tipo:

Se han realizado ensayos de forma idéntica al anterior, pero con el fin de ver cómo afecta a los resultados de la concentración una disminución del tiempo de flotación, ya que se observa que a los tres minutos ha flotado casi toda la pirita y en el tiempo siguiente (que es la mayor parte del tiempo gastado en el ensayo anterior) sólo se extrae una pequeña proporción de la misma.

Las condiciones de este ensayo que reseñamos son, pues, las mismas que los del anterior, sólo que la flotación se ha interrumpido al transcurrir seis minutos. Sólo se ha recogido el hundido (mi-

neral de hierro) para analizarlo, ya que la pirita no presenta problemas. El resultado está dado en la Tabla VII.

TABLA VII

Flotación con molienda A y 6 minutos de operación

Producto	Peso %	Leyes	
		% S	% Fe
Mineral de hierro	76,7	1,65	58,43
Resto	23,3	—	—
Total	100,0	—	—

Se observa que la ley en azufre es elevada (1,65 por 100), debido a que en cuanto que queda algo de pirita sin flotar, como ésta tiene más de un 50 por 100 de S, hace subir rápidamente la ley de este elemento en el mineral de hierro. Esto demuestra que es necesario ese gran tiempo de flotación (13 minutos) con los gastos que ello trae consigo al montar una instalación industrial.

Ensayos realizados con la molienda B

1er. tipo:

En este ensayo se ha prolongado la duración de la flotación de desbaste todo el tiempo necesario para agotar la pirita. Las condiciones, reactivos y tiempos utilizados en cada fase son los siguientes:

- Desbaste { pH: 5
Silicato de sodio: 600 g.
Acido sulfúrico: 1,8 Kg.
Amilxantato de potasio: 300 g.
Aceite de pino: 150 g.
Tiempo de flotación: 16 minutos
- Relavado { pH: 5,3
Sin reactivos
Tiempo de flotación: 3 minutos

Los resultados obtenidos en este ensayo están dados en la Tabla VIII.

TABLA VIII

Flotación con molienda B y agotado de la pirita (16 minutos)

Producto	Peso %	Leyes		Rendimientos	
		% S	% Fe	% en S	% en Fe
Concent. pirita ...	19,0	51,68	45,93	89,58	15,48
Mixtos	10,4	7,66	56,35	7,27	10,40
Mineral hierro ...	70,6	0,49	59,19	3,15	74,12
Total	100,0	10,96	56,37	100,00	100,00

Los resultados obtenidos son buenos en cuanto a calidad de la pirita (51,68 por 100 S) y del mineral de hierro (0,49 por 100 de S y 59,19 por 100 de Fe), así como los rendimientos.

Respecto al ensayo realizado con el mineral molido a tamaño más grueso y reseñado anteriormente, baja algo el porcentaje en peso y el rendimiento en hierro del mineral de hierro obtenido, con un incremento del porcentaje de mixtos, lo cual es debido al mayor tiempo que ha sido preciso (16 minutos contra 13) para agotar la pirita. Por lo demás, las calidades de los productos son prácticamente las mismas.

La granulometría del concentrado de pirita y del mineral de hierro obtenido están dadas en la Tabla IX.

TABLA IX

Tamaño mm.	Pirita % en peso rechazo	Mineral de hierro % en peso rechazo
+ 0,149	0,7	1,8
+ 0,105	2,0	4,2
+ 0,074	6,7	9,4
+ 0,053	16,0	13,0
- 0,053	74,6	71,6
Total	100,0	100,0

Como se deduce de las granulometrías, la pirita tiene un 90,6 por 100 de su peso en tamaños inferiores a 74 micras (200 mallas), y el mineral de hierro tiene un 84,6 por 100 de su peso en tamaños inferiores a los reseñados.

2.º tipo:

Se han realizado ensayos idénticos al anterior en cuanto a condiciones y empleo de reactivos, pero con menores tiempos de flotación para ver la importancia que este factor tiene en la completa eliminación de la pirita del mineral de hierro.

En la Tabla X se relacionan los resultados del ensayo realizado con once minutos de tiempo de flotación.

TABLA X

Flotación con molienda B y 11 minutos de operación

Producto	Peso %	Leyes		Rendimientos	
		% S	% Fe	% en S	% en Fe
Concen. pirita ...	18,5	51,03	45,82	86,85	15,34
Mixtos	9,3	9,85	55,37	8,43	9,32
Mineral hierro ...	72,2	0,71	57,67	4,72	75,34
Total	100,0	10,87	55,26	100,00	100,00

Como se aprecia de la comparación de esta tabla con la anterior, el peso de pirita obtenida es algo menor, ya que no ha flotado toda, y este resto ha ido a incrementar el peso de la fracción «Mineral de hierro», que alcanza un 72,2 por 100 en peso, pero naturalmente la ley en azufre sube al 0,71 por 100.

Lo anterior pone de manifiesto la gran importancia del agotamiento a fondo de la pirita, que en estas moliendas finas requiere algo más de tiempo que en la molienda A (más gruesa), debido seguramente a fenómenos de oxidación superficial de la pirita por el mayor tiempo de duración de la molienda.

5. CONCLUSIONES

De todo el estudio mencionado se deducen las siguientes conclusiones:

- 1.ª La muestra está compuesta por minerales de hierro (limonita, hematites, etc.) y pirita, proveniendo aquéllos de la alteración de ésta.
- 2.ª Las leyes promedio de la muestra se pueden

- considerar de un 11 por 100 de S y un 56 por 100 de Fe.
- 3.^a Que dada la naturaleza de los minerales presentes y la existencia de finísimas partículas de pirita residual diseminadas, el procedimiento idóneo para separación es la flotación, si se pretende llegar a obtener un mineral de hierro prácticamente sin azufre.
- 4.^a Una preconcentración por escogido a mano no es conveniente.
- 5.^a La flotación proporciona buenos resultados con una molienda del 66,1 por 100 menor de 74 micras (200 mallas Tyler), dando un concentrado de pirita con una ley del 51,72 por 100 de S y un rendimiento en peso del 19,0 por 100, y un mineral de hierro con un rendimiento del 72,5 por 100 en peso y unas leyes del 58,63 por 100 en Fe y del 0,48 en S (sin perjuicio de la posible recuperación industrial de los mixtos).
- 6.^a Es fundamental el tiempo de flotación para la eliminación del azufre del mineral de hierro, lo cual exige en el caso expuesto en el punto anterior trece minutos de flotación en el Laboratorio.
- 7.^a La pirita obtenida en el ensayo mencionado en los puntos anteriores, tiene una granulometría del 74,0 por 100 menor de 74 micras (200 mallas Tyler) y el mineral de hierro tiene una granulometría del 67,2 por 100 inferior a dicho tamaño. Esto es un aspecto importante a tener en cuenta para su utilización.

- 8.^a Moliendas más finas del mineral para flotación no traen mejoras de leyes de los productos, ni de rendimiento, y sí un ligero aumento de los tiempos de flotación necesarios, seguramente debido a una mayor oxidación superficial de los granos por el mayor tiempo de molienda.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece encarecidamente a la Sociedad NUEVA MONTAÑA QUIJANO, propietaria de la mina, la autorización concedida para la publicación del presente trabajo realizado por encargo suyo.

Se agradece, asimismo, a don Lucas Amado Cuetto su colaboración en el trabajo realizando el estudio de probetas pulidas.

BIBLIOGRAFIA

- TAGGART, A. F.: *Handbook of Mineral Dressing*. Ed.: John Wiley & Sons (1945).
- GAUDIN, A. M.: *Flotation*. Ed.: Mc Graw Hill Book Company (1957).
- KLASSEN, V. I., y MOKROUSOV, V. A.: *An Introduction to the theory of Flotation*. Ed.: Butterworths (1963).
- GLEMBOTSKII, V. A.; KLASSEN, V. I., y PLAKSIN, I. N.: *Flotation*. Ed.: Primary Sources (1963).
- FUERSTENAU, M. C.: *Flotation*. Ed.: Society of Mining Engineers, A. I. M. E. (1976).

Estudio hidrogeoquímico de la cuenca alta del río Nervión (Vizcaya y Alava)

Por J. CRUZ-SANJULIAN (*) y F. SAENZ DE ECHENIQUE (*)

R E S U M E N

Presentamos en este trabajo los resultados del estudio hidroquímico de 24 manantiales y 8 muestras de aguas superficiales de la cuenca alta del río Nervión. Los análisis realizados incluyen, además de las determinaciones habituales (pH, conductividad y constituyentes principales), 20 determinaciones complementarias en las que se ha prestado especial atención a los constituyentes secundarios, menores y traza, así como a otros parámetros considerados en las normas de potabilidad para consumo humano del Código Alimentario Español. Estos resultados permiten identificar varias facies hidroquímicas en relación con las distintas características litológicas de la cuenca, de la que se presenta una breve descripción geológica e hidrogeológica. Por otra parte, se examina la potabilidad de las aguas atendiendo a las normas españolas y, en algún caso, a las de la O. M. S. Finalmente, se estudia la relación entre contenido salino y conductividad de las muestras analizadas.

R E S U M E

Les résultats de l'étude hydrochimique de 24 sources et 8 échantillons d'eaux superficielles du haut bassin du Nervion sont présentés dans cet article. Les analyses réalisées comprennent, outre les déterminations habituelles (pH, conductivité et constituants principaux), 20 déterminations complémentaires où l'on a fixé une attention spéciale aux constituants secondaires, mineurs et trace, ainsi que à d'autres paramètres envisagés dans les normes de potabilité pour la consommation humaine du Code Alimentaire Espagnol. Ces résultats permettent d'identifier plusieurs faciès hydrochimiques en rapport avec les diverses caractéristiques litologiques du bassin, dont une brève description géologique et hydrogéologique est présentée. D'ailleurs, on examine la potabilité des eaux tenant compte des normes espagnoles et, parfois, de celles de la O. M. S. Finalement, on a étudié le rapport contenu en sels dissous-conductivité dans les échantillons analysés.

1. INTRODUCCION

El Departamento de Geomorfología y Geotectónica de la Universidad de Bilbao está llevando a cabo una serie de trabajos enmarcados en un estudio hidrogeológico de base de la provincia de Vizcaya.

En atención a que la contaminación, tanto de aguas superficiales como subterráneas, es aquí uno de los más preocupantes problemas a los que hay que enfrentarse cuando se busca un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos, nos ha parecido absolutamente necesario conceder un interés de primer orden a los estudios hidrogeoquímicos, como el que aquí presentamos.

En un estudio anterior (ANTIGÜEDAD, CRUZ-SANJULIÁN, GÓMEZ y GRACIA, 1979) ya expusimos las razones que nos movieron a iniciar estos trabajos por las cuencas altas de los ríos principales, y también expresamos nuestra esperanza de que tales datos contribuyan a paliar los graves problemas planteados sobre todo en las partes bajas de dichas cuencas.

En esta nota incluimos los resultados del estudio de un total de 32 muestras (*). De ellas 24 corresponden a manantiales y 8 han sido recogidas en corrientes superficiales, con objeto de aportar información sobre las relaciones entre

(*) Departamento de Geomorfología y Geotectónica; Facultad de Ciencias; Universidad de Bilbao. Apartado 644. Bilbao.

(*) Los análisis han sido realizados por la señorita María Jesús Villagrà y constituyen parte del trabajo correspondiente a su tesis de licenciatura, realizada en la Cátedra de Química II de la E. T. S. de Ingenieros Industriales de Bilbao, en coordinación con este Departamento.

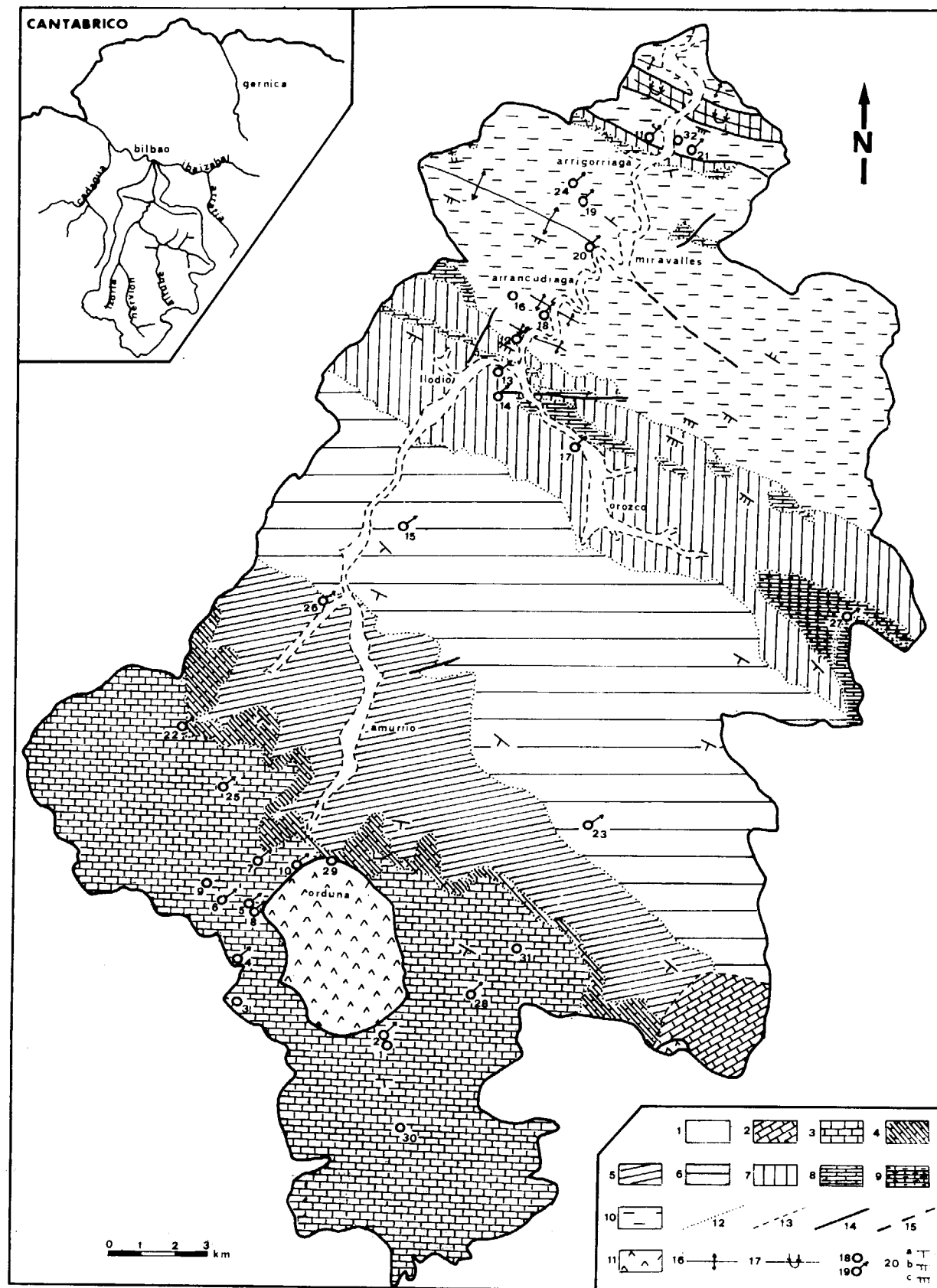


Figura 1.—Mapa geológico de la Cuenca alta del río Nervión y situación de las muestras estudiadas.

aguas superficiales y subterráneas y de identificar, en su caso, el origen de una posible contaminación.

En cada muestra, además de las determinaciones usuales (pH, conductividad y constituyentes principales), se realizaron 20 análisis complementarios, en los que se ha prestado especial atención a los constituyentes secundarios, menores y traza, así como a otros parámetros considerados en las normas de calidad para consumo humano, incluidas en el Código Alimentario Español. Por otra parte, quizá no sea ocioso señalar el interés adicional que presenta este tipo de datos en orden a una prospección minera; no hay que olvidar que en esta región son relativamente frecuentes, por ejemplo, las mineralizaciones de hierro, algunas de ellas, incluso, en explotación actualmente.

2. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS E HIDROGEOLOGICAS DEL SECTOR

La cuenca estudiada (fig. 1) se extiende desde el comienzo de la llanura alavesa, al sur de Orduña, hasta las proximidades de Bilbao. Representa, por tanto, una transversal prácticamente completa del flanco Sur de la «Zona anticlinal de Bilbao» (RAT, 1959).

Los materiales más antiguos que aparecen en el sector son las arcillas, yesos y dolomías carniolares, de edad triásica, que afloran, en una estructura diapírica, en contacto con las formaciones carbonatadas del Cretácico Superior.

El Valanginiense Superior-Barremiense presenta la típica facies wealdica. Se trata de una potente secuencia, predominantemente terrígena, en la que abundan las argilitas carbonosas negras, frecuentemente piritosas, y las areniscas de grano fino.

En el Aptiense-Albiense Inferior —aunque la edad de techo y muro puede variar de unos puntos a otros— se desarrollan calizas arrecifales, calizas paraarrecifales con políperos y rudistas (calizas de Toucasia) y calizas margosas en el seno de formaciones terrígenas. A este conjunto heterogéneo se le denomina «Complejo urgoniano»; es digno de resaltar que son frecuentes los cambios de facies laterales, lo que da lugar a dispositivos bastante complicados en el detalle. En la base de la sucesión predominan las areniscas calcáreas y las margas arenosas negras, con restos carbonosos, mientras que la parte alta está caracterizada por masas de calizas urgonianas, más potentes que las que aparecen a otros niveles de la secuencia.

El Albiense Superior-Cenomaniense Inferior está representado por el «Complejo supraurgoniano», caracterizado por la existencia de potentes bancos de areniscas, alternantes con arcillas.

El Cretácico Superior está representado por margas, margas arcillosas y margas arenosas (Cenomaniense Medio y Superior), calizas y calizas margosas (Turoniense Inferior) y calizas masivas del Turoniense Medio.

Por último, en el extremo SE de la cuenca, exis-

Depósitos recientes:

1. Aluviales.
2. Calizas (Mioceno Superior?-Plioceno?).

Cretácico Superior:

3. Calizas masivas (Turoniense Medio-Coniaciense Inferior).
4. Calizas margosas y calizas (Turoniense Inferior).
5. Margas, margas arcillosas y arenosas (Cenomaniense Medio y Superior).

Complejo supraurgoniano:

6. Areniscas y arcillas (Albiense Superior-Cenomaniense Inferior).

Complejo urgoniano (Aptiense-Albiense Inferior):

7. Calizas margosas, margas arenosas, areniscas.
8. Calizas de rudistas (calizas urgonianas).

9. Calizas margosas.

Materiales en facies wealdica:

10. Argilitas esquistosas negras, frecuentemente piritosas, areniscas de grano fino (Valanginiense Superior-Barremiense).

Triásico:

11. Arcillas, yesos, carniolas (Keuper?).
12. Contacto normal.
13. Contacto discordante.
14. Contacto mecánico.
15. Contacto mecánico supuesto.
16. Eje anticlinal.
17. Eje sinclinal volcado.
18. Muestra de agua de corriente superficial.
19. Muestra de agua de manantial.
20. Dirección y buzamiento de las capas (a=0-30°; b=30-59°; c=60-89°).

te un reducido afloramiento de calizas, poco potentes, atribuibles al Mioceno Superior (?) - Plioceno (?).

En relación con los cursos de agua más importantes, existen depósitos aluviales que están, en general, poco desarrollados.

Desde el punto de vista estructural, cabe destacar la existencia, en el sector de Orduña, de un diapiro de materiales triásicos. Diapiros similares son, por otra parte, relativamente frecuentes en la región.

Por lo demás, la estructura es muy simple; la mayor parte de la superficie cartografiada corresponde al flanco Sur del anticlinal de Bilbao; la secuencia cretácica buza monótonamente hacia el Sur, de modo que van apareciendo sucesivamente en esta dirección los términos más modernos. Es particularmente notable el relieve en cuesta proporcionado por la superposición de las calizas del Cretácico Superior sobre los niveles margosos in-frayacentes; en las primeras está modelada una abrupta cornisa, cuya coronación constituye la divisoria que representa el límite suroccidental de la cuenca estudiada.

Los afloramientos de calizas urgonianas dan lugar también a relieves notables. El más importante de ellos es el correspondiente al macizo de Itxina, cuyas estribaciones aparecen en el borde centrooriental del sector cartografiado.

El eje anticlinal, de dirección aproximada ONO-ESE, está situado cerca del extremo septentrional de la cuenca. Al norte del mismo los buzamientos son hacia el Norte, si bien la estructura presenta complicaciones de detalle, debido a la existencia de fracturas de dirección sensiblemente paralela a las del referido anticlinal.

En esta cuenca se han inventariado un total de 41 manantiales. Los más importantes, con caudales medios superiores a 1 l/seg., surgen en las calizas urgonianas y en las formaciones carbonatadas del Cretácico Superior. No obstante, sólo en el manantial núm. 27 llega a superarse el centenar de l/seg. Son mucho más numerosos los manantiales ligados a niveles privilegiados, de pequeño espesor, en los materiales wealdenses y en la base del Complejo urgoniano o, sobre todo, a recubrimientos, poco importantes en conjunto, desarrollados sobre ellos; los caudales son muy pequeños, siempre inferiores a 1 l/seg., y no son

raros los que se extinguen en los estiajes prolongados.

Efectivamente, aparte de los aluviales ligados al río Nervión y afluentes, de los que no existen datos, el interés hidrogeológico del sector se centra en las calizas urgonianas y en las del Cretácico Superior.

De las 32 muestras estudiadas, una corresponde al manantial ya citado (núm. 27), que surge en relación con las calizas urgonianas, 11 proceden de manantiales ligados a los materiales del Cretácico Superior (10 surgen en calizas y 1 en los niveles basales), 2 pertenecen a surgencias en areniscas del Complejo supraurgoniano, 3 representan otros tantos manantiales en materiales de la base del Complejo urgoniano y 7 corresponden a surgencias situadas en afloramientos wealdenses; finalmente, como ya se ha comentado, 8 muestras han sido recogidas en corrientes superficiales.

3. PRESERVACION DE MUESTRAS Y METODOS ANALITICOS

Se utilizaron como envases recipientes de polietileno tratados con permanganato potásico y ácido sulfúrico y a continuación agua bidestilada hasta eliminación total de su acidez. Las muestras se preservaron inmediatamente después de la toma. Los análisis se iniciaron, en todos los casos, en un plazo siempre inferior a veinticuatro horas a partir del momento del muestreo.

Se han utilizado diversas técnicas de preconcentración para poder alcanzar los bajos niveles en que se encuentran algunos de los constituyentes estudiados en las muestras analizadas. Los métodos analíticos utilizados para las distintas determinaciones fueron: fotometría de llama, espectrofotometría de absorción atómica, volumetría con ClH y NO_3Ag , gravimetría con Cl_2Ba , electrodo de ión selectivo (F) y espectrofotometría visible y ultravioleta. La D.Q.O. se ha determinado con dicromato potásico en caliente.

4. RESULTADOS ANALITICOS. FACIES HIDROQUIMICAS

En la tabla 1 se recogen los resultados analíticos relativos a los constituyentes principales, el pH y la conductividad de todas las muestras estudiadas.

Tabla 1.—pH (a 20° C), conductividad (a 20° C) y concentración en constituyentes principales de las muestras estudiadas.

Nº	pH	conduct	CO_3H^-	$\text{SO}_4^{=}$	Cl^-	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+	SiO_2
		$\mu\text{mho/cm}$								
1	7,6	354	3,54	0,58	0,24	3,4	0,28	0,27	0,01	2,9
2	7,3	474	4,90	0,88	0,27	4,7	0,86	0,28	0,01	6,0
3	8,1	222	2,37	0,46	0,21	2,6	0,21	0,13	0,01	2,7
4	7,8	279	3,20	0,32	0,24	3,3	0,14	0,14	0,01	3,4
5	7,5	327	3,79	0,40	0,18	3,6	0,18	0,20	0,01	3,7
6	7,9	362	3,75	0,29	0,14	3,6	0,20	0,17	0,01	4,0
7	7,6	491	5,48	1,04	0,23	4,1	0,60	0,53	0,03	4,4
8	7,7	278	3,17	0,55	0,15	2,3	0,15	0,18	0,01	3,2
9	8,2	411	4,68	0,96	0,19	4,3	0,19	0,23	0,08	4,2
10	7,3	560	6,50	1,21	0,15	5,6	1,16	0,29	0,08	9,4
11	7,3	492	4,78	1,44	0,30	4,9	0,55	0,42	0,02	7,4
12	7,4	286	1,13	1,44	0,34	1,7	0,74	0,46	0,01	7,1
13	6,6	282	1,89	0,90	0,30	1,6	0,91	0,33	0,01	10,0
14	7,0	115	0,27	1,00	0,32	0,4	0,29	0,33	0,01	6,0
15	6,4	209	1,23	0,70	0,44	0,2	0,75	0,63	0,02	23,4
16	7,5	87	0,29	0,39	0,21	0,3	0,17	0,27	0,01	5,6
17	6,2	1151	1,17	14,79	0,49	8,1	4,86	0,94	0,10	10,7
18	6,8	89	0,13	0,51	0,41	0,1	0,25	0,35	0,02	8,2
19	6,7	184	0,87	0,37	0,31	0,6	0,42	0,29	0,01	11,1
20	7,3	121	0,21	0,66	0,31	0,2	0,32	0,30	0,01	7,0
21	6,5	157	0,73	0,75	0,31	0,3	0,29	0,45	0,01	20,2
22	8,0	484	5,05	0,43	0,23	4,8	0,30	0,23	0,11	5,2
23	7,3	505	3,55	3,27	0,27	3,7	1,51	0,65	0,03	23,6
24	7,2	85	0,25	0,60	0,30	0,1	0,15	0,41	0,01	17,6
25	7,6	353	4,10	0,76	<0,01	4,0	0,24	0,12	0,01	5,0
26	6,3	170	0,98	0,31	0,35	0,3	0,59	0,54	0,02	13,5
27	7,9	142	1,35	0,15	0,11	1,5	0,04	0,10	<0,01	1,0
28	7,7	307	3,44	0,27	0,14	2,9	0,12	0,15	0,01	2,5
29	7,7	3274	5,05	8,74	24,70	11,5	1,34	23,90	0,11	4,8
30	8,5	256	2,75	0,45	0,08	2,7	0,14	0,12	<0,01	2,0
31	8,4	340	1,80	0,59	0,14	3,6	0,20	0,19	0,04	1,3
32	8,3	690	1,23	2,11	3,04	3,7	0,53	3,16	0,13	2,3

Si se exceptúan las muestras núms. 17 y 29, que luego serán comentadas, la conductividad se mantiene en todos los casos por debajo de 700 $\mu\text{mho/cm}$., lo que corresponde a bajos contenidos salinos.

De acuerdo con ello, la facies más frecuente entre las muestras estudiadas es la bicarbonatada cálcica (véase Diagrama de Piper, fig. 2). A este grupo pertenecen todos los manantiales que surgen en las calizas del Cretácico Superior y en las calizas urgonianas. Es digno de resaltar que la conductividad del agua procedente de las calizas urgonianas (142 $\mu\text{mho/cm}$.) es notablemente inferior a la de los manantiales que drenan las calizas del Cretácico Superior (entre 278 y 560 $\mu\text{mho/cm}$.), en las que el karst está menos desarrollado.

También son bicarbonatadas las aguas que sur-

gen en los niveles basales del Cretácico Superior (núm. 26) y en el Complejo supraurgoniano (números 15 y 23). No obstante, a diferencia de las anteriores, una de ellas (núm. 23) presenta un alto contenido en sulfatos, aunque no llega a superar a los bicarbonatos, mientras en las otras dos el Magnesio y el Sodio predominan sobre el Calcio. Al mismo tiempo, estas dos muestras presentan un índice de desequilibrio cloruros-alcalinos negativo: -0,21 en ambos casos (núms. 15 y 26). Hemos de constatar que idénticos caracteres ya fueron puestos de manifiesto en la cuenca del Arratia (ANTIGÜEDAD, CRUZ-SANJULIÁN, GÓMEZ Y GRACIA, 1979), situada al este de la aquí estudiada, en aguas ligadas también a los materiales del Complejo supraurgoniano. En el citado trabajo se sugirió la posible intervención de procesos de cambios de bases para explicar dichas características; tales procesos, a cargo de niveles carbonosos incluidos en el Complejo supraurgoniano, a los que cabría añadir aquí niveles arcillosos del Cretácico Superior, podrían provocar una fijación de Ca^{++} del agua subterránea y una cesión a ésta de alcalinos (Na^+ , al menos) y, quizá, Mg^{++} , sin que los primeros llegaran a ser predominantes.

Las muestras correspondientes a los manantiales que surgen en los materiales wealdenses y en los de la base del Complejo urgoniano presentan el carácter común de tener un alto contenido en sulfatos; únicamente habría que excluir las muestras núms. 11 y 13, con un neto predominio de los bicarbonatos, en las que, por otra parte, parece muy probable su conexión con las calizas urgonianas que, en ambos casos, afloran en las proximidades. Hecha abstracción de estas dos muestras, cuya facies coincide con la comentada a propósito de los acuíferos ligados a materiales calizos, en las demás son los sulfatos los aniones predominantes; es de resaltar que se trata de aguas con conductividades inferiores a 286 $\mu\text{mho/cm}$., salvo la muestra núm. 17 que tiene una conductividad sensiblemente superior (1.151 $\mu\text{mho/cm}$.); con estos bajos contenidos, los bicarbonatos deberían ser predominantes (SCHÖELLER, 1962); no obstante, muchas de ellas (17, 18, 19, 21) tienen un pH ácido; en consecuencia, este alto contenido en sulfatos debe ser atribuido a la existencia de niveles de yeso en estos materiales, causa que ya fue invocada en la cuenca del Arratia (ANTIGÜEDAD, CRUZ-SANJULIÁN, GÓMEZ Y GRACIA, 1979). En este trabajo se admitía también la probable

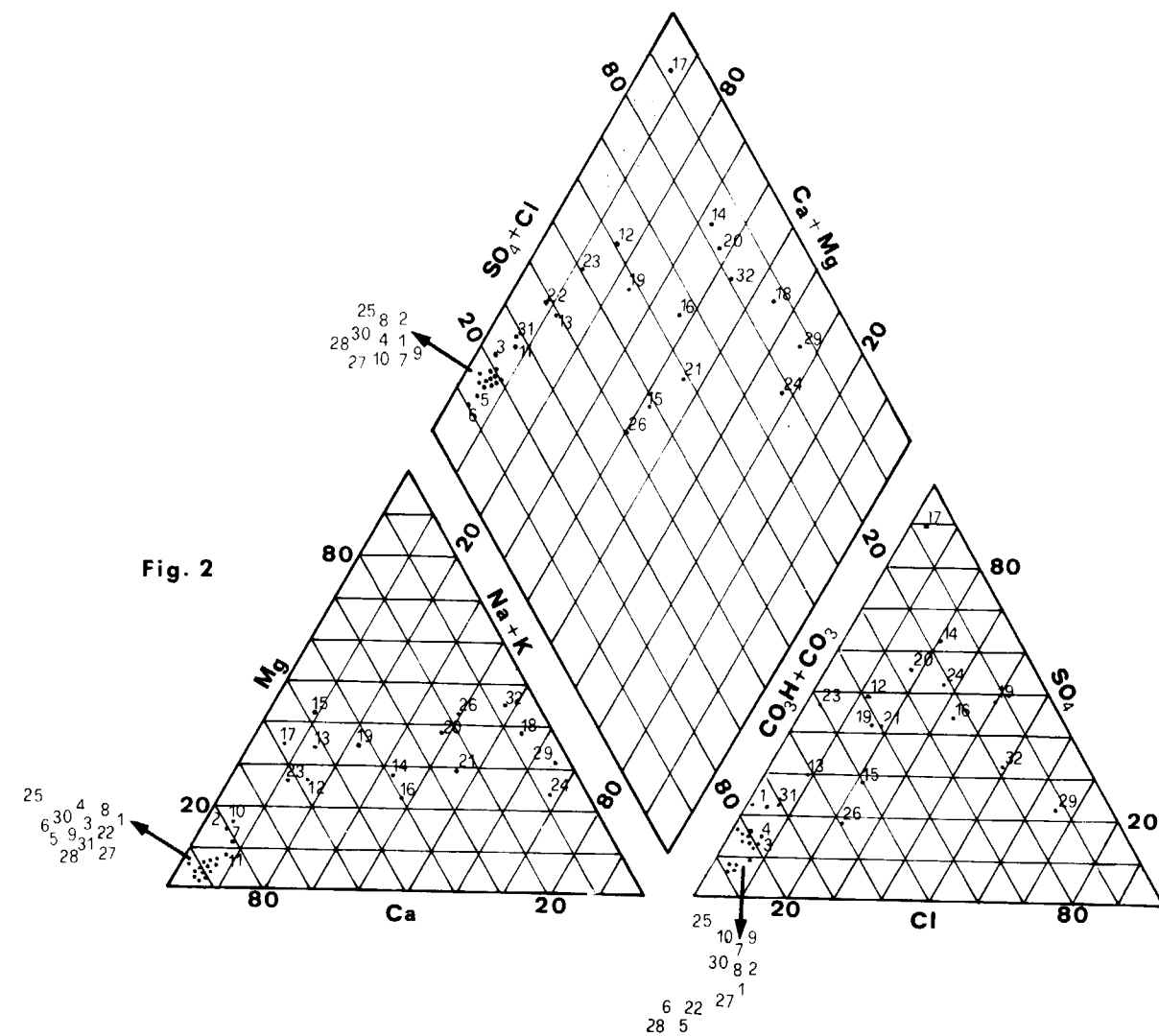


Figura 2.—Diagrama de Piper.

influencia de la presencia de pirita, localmente abundante, que, previo un proceso de oxidación, puede aportar sulfatos a las aguas correspondientes (CRUZ-SANJULIÁN, 1976), lo que no es descartable en absoluto en nuestro caso. Una nueva coincidencia con los datos conocidos en dicha cuenca (ANTIGÜEDAD et al., op. cit.) se encuentra en que varias de estas muestras (núms. 18, 21 y 24) es el Na^+ el catión más abundante; en dicho trabajo se invocaron también a este respecto, a título de hipótesis, los cambios de bases, de un modo similar a lo ya comentado en párrafos anteriores; el hecho de que precisamente esas tres muestras surjan en los materiales wealdenses, en el que son abundantes los niveles carbo-

nosos, muy activos en este sentido (SCHOELLER, 1962), no hace sino reforzar tal argumentación.

Por lo que se refiere a las aguas superficiales, se pone de manifiesto una considerable variabilidad. Son bicarbonatadas cálcicas en la parte alta de la cuenca, donde la totalidad de los aportes proceden de los acuíferos calizos; una notable excepción la constituye la muestra núm. 29, recogida en el curso del Río Nervión, inmediatamente después de atravesar el afloramiento de los materiales triásicos diapíricos, en el sector de Orduña; la influencia de los materiales evaporíticos, incluidos en la secuencia triásica, se advierte con nitidez, tanto en la facies clorurada-sódica de dicha muestra como en su elevado con-

tenido salino, reflejado en una conductividad de $3.274 \mu\text{mho/cm.}$, que es la más alta de todas las estudiadas en este trabajo. Esta influencia se mantiene aguas abajo: la muestra 32, recogida cerca de la confluencia con el río Ibaizábal, presenta todavía un predominio de los cloruros sobre los restantes iones; no obstante, el contenido salino de dicha muestra es bastante más bajo, con una conductividad de $690 \mu\text{mho/cm.}$; hay que tener en cuenta que los aportes, poco caudalosos en conjunto, que recibe el Nervión, a lo largo de su recorrido, por los afloramientos de materiales

del Complejo urgoniano y, sobre todo, wealdenses, son aguas de bajo contenido salino y predominantemente sulfatadas. La muestra 16 es bastante representativa de este tipo de aportes: su facies es absolutamente comparable a la de los manantiales que surgen en los mismos materiales.

En la figura 3 se han incluido los datos correspondientes a una muestra suficientemente representativa de cada uno de los grupos que acaban de describirse. En general, con las ya señaladas excepciones de las muestras 29 y 17, las aguas estudiadas presentan bajos contenidos salinos; este carácter es particularmente frecuente en aguas superficiales de corto recorrido y en manantiales de pequeño caudal, ligados a materiales wealdenses o a recubrimientos sobre ellos, en los que es dado suponer un muy corto trayecto subterráneo.

5. OTRAS DETERMINACIONES

En la tabla 2 se presentan los resultados de las restantes determinaciones realizadas en cada muestra. Se ha prestado especial atención a los componentes secundarios, menores y traza, así como a otros parámetros considerados en las normas de calidad para consumo humano incluidas en el Código Alimentario Español (1967, cf. CUSTODIO y LLAMAS, 1976).

En la parte alta de la cuenca, en la que la incidencia industrial es pequeña, los contenidos en elementos metálicos (Ag, Al, Cu, Pb y Zn) son, por lo general, bajos y a menudo del mismo orden de magnitud de los encontrados en el agua de lluvia de esta región, según los datos de GRACIA y ELEJALDE (1977 a y b). Son relativamente numerosas, sin embargo, las muestras que presentan altos contenidos en Fe (núms. 11, 13, 14, 15, 17, 19, 21, 23 y 26), que llegan en un caso (17) a $38,09 \text{ mg/l.}$; la mayor parte de estas muestras corresponden a manantiales ligados a los materiales wealdenses o de la base del Complejo urgoniano, en los que, como ya ha habido ocasión de comentar, son frecuentes las mineralizaciones de pirita; estas muestras suelen presentar también altos contenidos en Mn y, del mismo modo, estos caracteres van asociados a bajos valores de pH y a elevados índices de color y turbidez, debido a la formación de coloides; una de estas muestras (núm. 17) presenta además una notable ano-

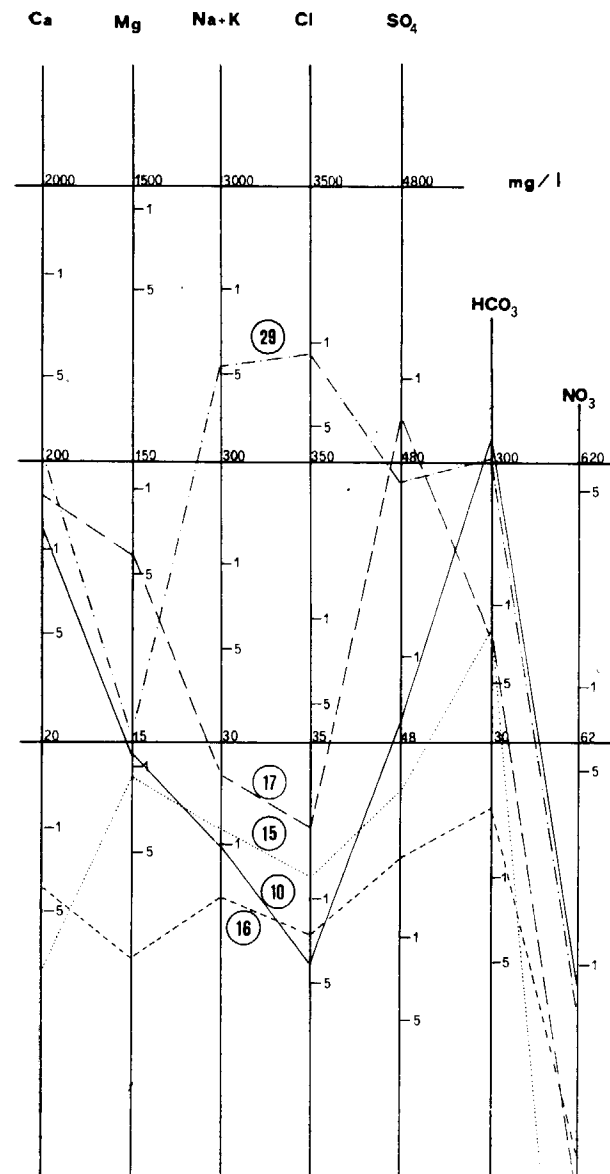


Figura 3.—Contenidos en constituyentes principales de algunas muestras representativas.

Tabla 2.—Concentración (mg/l) de componentes secundarios, menores y traza y otros parámetros de las muestras estudiadas.

N.º	Color (Pt/Co)	Turbidez (mg SiO ₂ /l)	D. q. o.	Detergentes	Compuestos Fenólicos	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	CN ⁻	F ⁻	Cr ⁺⁶	Ag	Al	As	Cu	Fe	Mn	Pb	Se	Zn
1	<10	<5	<4	<0,03	0,001	<0,03	<0,01	3,08	<0,0005	<0,05	<0,01	<0,005	<0,02	<0,002	0,013	0,02	<0,05	<0,002	0,008	<0,002
2	<10	5	<4	0,03	<0,001	0,92	<0,01	3,71	<0,0005	<0,05	<0,01	<0,005	<0,02	<0,002	0,010	<0,01	<0,05	<0,002	0,002	0,004
3	<10	<5	<4	<0,03	0,001	0,05	<0,01	3,71	<0,0005	<0,05	<0,01	<0,005	<0,02	<0,002	0,015	<0,01	<0,05	<0,020	<0,002	0,003
4	<10	<5	4	<0,03	<0,001	0,08	<0,01	7,76	<0,0005	0,05	<0,01	<0,005	<0,02	<0,002	0,009	<0,01	<0,05	<0,020	<0,002	<0,002
5	14	40	<4	0,07	<0,001	0,14	<0,01	2,49	<0,0005	<0,05	<0,01	<0,005	0,09	<0,002	0,004	0,22	<0,05	<0,020	<0,002	<0,002
6	10	5	<4	<0,03	0,001	0,05	<0,01	2,37	<0,0005	0,05	<0,01	<0,005	0,03	<0,002	<0,001	0,01	<0,05	<0,020	<0,002	<0,002
7	12	5	4	<0,03	<0,001	0,11	<0,01	3,28	<0,0005	0,24	<0,01	<0,005	<0,02	0,006	0,048	0,06	<0,05	0,002	<0,002	<0,002
8	<10	5	15	<0,03	<0,001	0,14	0,01	2,87	<0,0005	0,09	<0,01	<0,005	<0,02	0,005	0,073	<0,01	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
9	<10	<5	37	0,06	<0,001	<0,03	0,01	1,39	<0,0005	0,13	<0,01	<0,005	0,03	0,005	0,010	0,24	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
10	<10	<5	<4	<0,03	0,001	0,15	<0,01	7,89	<0,0005	0,13	<0,01	<0,005	0,27	0,003	0,004	0,02	<0,05	0,002	<0,002	0,011
11	<10	20	<4	<0,03	0,001	<0,03	<0,01	0,06	<0,0005	0,10	<0,01	<0,005	0,02	0,009	0,016	1,66	0,50	<0,002	<0,002	<0,002
12	<10	5	<4	<0,03	<0,001	0,03	<0,01	16,39	<0,0005	0,07	<0,01	<0,005	0,11	0,005	0,109	0,15	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
13	23	5	<4	<0,03	<0,001	0,24	<0,01	0,07	<0,0005	0,33	<0,01	<0,005	0,05	<0,002	0,067	9,25	0,25	<0,002	<0,002	0,032
14	28	20	12	<0,03	0,001	0,21	<0,01	1,35	<0,0005	0,29	<0,01	0,023	0,09	<0,002	<0,001	0,62	<0,05	<0,002	<0,002	0,006
15	<10	5	<4	<0,03	0,001	0,21	<0,01	0,10	<0,0005	0,42	<0,01	<0,005	<0,02	<0,002	0,008	11,28	0,42	0,135	<0,002	0,010
16	<10	5	<4	<0,03	0,002	0,24	<0,01	2,41	<0,0005	0,13	<0,01	0,013	0,03	0,002	0,007	0,10	<0,05	0,070	<0,002	0,012
17	36	5	7	<0,03	<0,001	0,22	0,09	1,09	<0,0005	0,38	0,03	<0,005	1,21	0,003	0,009	38,09	3,48	0,004	0,002	0,130
18	<10	5	<4	<0,03	<0,001	0,13	<0,01	4,42	<0,0005	0,08	<0,01	0,013	0,05	0,007	<0,001	0,07	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
19	10	5	<4	0,04	<0,001	0,13	0,02	0,35	<0,0005	0,21	<0,01	<0,005	0,03	<0,002	0,013	7,56	0,40	<0,002	<0,002	0,016
20	<10	5	22	<0,06	<0,001	0,09	<0,01	8,48	<0,0005	0,08	<0,01	0,017	0,04	<0,002	<0,001	0,34	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
21	10	5	19	<0,03	<0,001	0,37	<0,01	0,09	<0,0005	0,28	<0,01	0,033	<0,02	0,007	0,005	8,88	0,25	<0,002	<0,002	<0,002
22	16	5	85	<0,03	<0,001	0,19	0,02	5,57	<0,0005	0,35	<0,01	0,016	<0,02	0,002	0,005	0,10	<0,05	<0,019	<0,002	<0,002
23	15	5	<4	<0,03	<0,001	0,31	<0,01	0,06	<0,0005	0,28	<0,01	0,025	0,04	0,006	0,020	7,68	0,29	<0,021	<0,002	0,062
24	<10	10	7	<0,03	<0,001	0,16	<0,01	0,40	<0,0005	0,08	<0,01	0,020	0,06	0,006	0,015	0,58	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
25	40	10	20	0,03	<0,001	0,18	<0,01	0,41	<0,0005	0,27	<0,01	0,010	0,03	0,004	0,019	0,17	<0,05	<0,002	<0,002	0,003
26	23	40	8	<0,03	<0,001	0,53	<0,01	0,36	<0,0005	0,06	<0,01	0,008	0,09	0,004	0,025	1,38	0,13	0,002	<0,002	<0,002
27	<10	5	4	<0,03	<0,001	0,14	0,03	2,41	<0,0005	0,06	<0,01	0,005	<0,02	0,004	0,013	0,05	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
28	<10	5	16	<0,03	<0,001	0,31	0,03	1,27	<0,0005	0,07	<0,01	0,016	<0,02	0,006	0,021	0,02	<0,05	0,003	<0,002	0,013
29	<10	5	59	0,04	0,001	1,13	0,33	7,62	<0,0005	0,29	<0,01	0,005	<0,02	0,007	0,020	0,15	<0,05	0,004	0,006	<0,002
30	10	5	12	<0,03	<0,001	0,15	<0,01	2,19	<0,0005	0,18	<0,01	0,007	0,03	0,009	0,031	0,06	<0,05	<0,002	<0,002	0,009
31	17	5	4	0,05	<0,001	0,34	<0,01	0,26	<0,0005	0,12	<0,01	0,012	0,05	0,004	0,037	0,11	<0,05	0,020	0,008	0,014
32	20	10	15	0,03	<0,001	0,34	0,23	3,71	0,0026	1,00	<0,01	0,032	0,16	0,007	0,079	0,39	0,05	0,025	0,025	0,002

malía en el contenido en Al, que coincide precisamente con el mayor contenido en Fe detectado en esta cuenca. Como era de esperar, esta muestra es también la que presenta el pH más ácido (6,2).

Sin embargo, en la parte más baja de la cuenca, existe una considerable concentración industrial, en la zona de Arrigorriaga-Basauri. Los efectos de esta actividad son presagiados ya en la muestra núm. 32, recogida en la parte alta de esta zona industrial, y que pone de manifiesto valores relativamente altos en bastantes parámetros: color, turbidez, D.Q.O. F⁻, CN⁻, NO₂⁻, Ag, Al, Fe, Pb, Se, etc. Estamos preparando en la actualidad un estudio detallado del quimismo del agua a partir de esta zona.

6. CALIDAD DE LAS AGUAS PARA EL CONSUMO HUMANO

La figura 4 es un diagrama de potabilidad elaborado de acuerdo con las normas del Código Alimentario Español. En él se han incluido los datos correspondientes a varias muestras suficientemente representativas de las facies hidroquímicas que han sido distinguidas en este trabajo.

En la referida figura se observa que algunas de las muestras pueden calificarse de no potables, al ser superados los límites admisibles en determinados constituyentes principales. Es el caso, por ejemplo, de la muestra núm. 29, relacionada con materiales triásicos, que presenta contenidos en Cl⁻, SO₄⁼ y Ca⁺⁺ superiores a los tolerados. Las muestras 15 y 17, por su parte, suministran buenos ejemplos de los manantiales ferruginosos, cuyos contenidos en Fe+Mn sobrepasan los límites permitidos (la núm. 17 también excede en sulfatos). En algunos de ellos el exceso es considerable (núms. 13, 15, 17, 19, 21, 23), mientras que en otros (núms. 11, 14, 20, 24, 32) los contenidos están sólo ligeramente por encima de dicho límite, o incluso son tolerables, aunque no convenientes (4 y 9). Varios de estos manantiales presentan también, como era de esperar, índices de color y turbidez, que superan los límites tolerables correspondientes. Sin embargo, al ser en este capítulo las normas españolas más exigentes que las de la O.M.S., para estas últimas tanto el color (13, 14, 17, 32) como la turbidez (5, 14) serían tolerables. Únicamente es su-

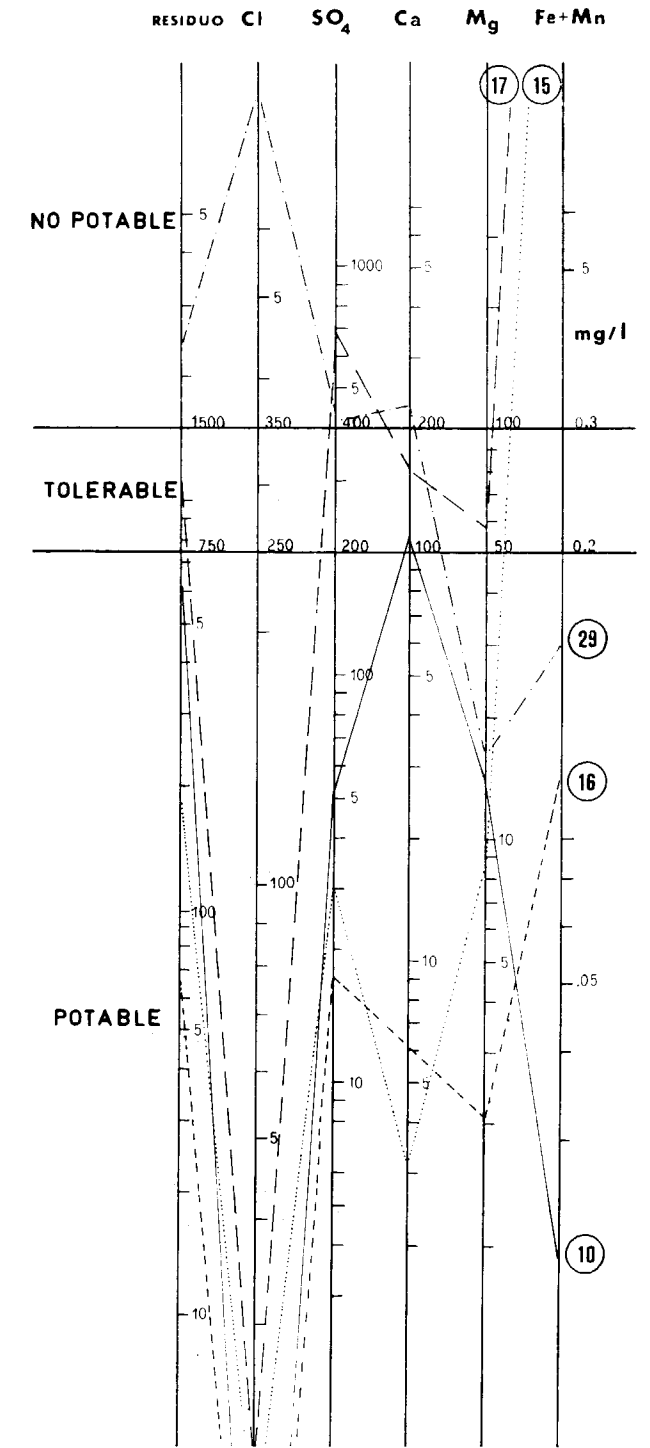


Figura 4.—Diagrama de potabilidad.

perado el límite tolerado por la O.M.S. para este último parámetro en las muestras 5 y 26, la primera de las cuales corresponde a un manantial que surge en las calizas del Cretácico Superior,

muestreado en régimen de avenida. Finalmente, en consonancia con los caracteres que acaban de ser citados, son frecuentes en este grupo de manantiales los que presentan un pH por debajo del límite conveniente (13, 19 y 21), e incluso del mínimo tolerable (15, 17 y 26).

A pesar de esta relativamente larga relación, hay que advertir que son muy numerosos los manantiales en los que el agua es de buena calidad, e incluso con contenidos salinos considerablemente bajos. Así ocurre, por ejemplo, en los manantiales que surgen en los materiales calizos, de los que se ha representado en la figura 4 el de peor calidad (núm. 10, 560 $\mu\text{mho/cm.}$); a pesar de ello, los contenidos en todos los constituyentes principales están por debajo de los máximos convenientes y tan sólo en este manantial se supera muy ligeramente dicho límite para el Calcio, siendo de todos modos tolerable. Lo mismo podría decirse de las aguas superficiales, al menos en la parte alta de la cuenca (número 16, fig. 4).

En lo que se refiere a la D.Q.O., hay que señalar que los valores facilitados en la tabla 2 han sido obtenidos con dicromato potásico en caliente, por lo que, dado su mayor poder oxidante, los resultados obtenidos son más altos que si se hubiera utilizado permanganato, método éste al que se refieren las normas del Código Alimentario Español. Por esta razón, los valores incluidos en dicha tabla no pueden ser utilizados directamente para decidir sobre la potabilidad de las muestras correspondientes.

En nueve muestras (núms. 2, 5, 9, 19, 20, 25, 29, 31 y 32), cuatro de las cuales pertenecen a aguas superficiales, se ha detectado la presencia de detergentes, lo que, según las normas españolas, calificaría de no potables a las aguas correspondientes. Sin embargo, las concentraciones encontradas están por debajo del máximo, no ya tolerable sino incluso conveniente, establecido por la O.M.S.

Idéntico es el caso de los compuestos fenólicos: tan sólo la muestra núm. 16, que corresponde a un agua superficial, supera en una milésima de mg/l. el límite permitido por las normas españolas. Tal concentración, no obstante, es admisible para la O.M.S.

Se ha detectado NH_3 en casi todas las muestras, y en nueve de ellas se ha puesto de mani-

fiesto, además, la presencia de NO_2^- . Tanto en uno como en otro caso, los contenidos son del mismo orden de magnitud e incluso inferiores a las concentraciones medias encontradas en el agua de lluvia de la región (1 mg/l. y 0,08 mg/l., respectivamente) por GURTUBAY (1977). Hay que exceptuar, no obstante, las dos aguas superficiales núms. 29 y 32, que presentan altos contenidos en ambos constituyentes. La primera está tomada aguas abajo de la ciudad de Orduña, y la segunda en el comienzo de la zona urbana e industrial de Arrigorriaga.

Las concentraciones en todos los demás constituyentes (NO_3^- , CN^- , F^- , Cr^{6+} , Ag, Al, As, Cu, Pb, Se y Zn) están por debajo de los límites tolerables fijados por el Código Alimentario Español. Únicamente cabe señalar que la muestra núm. 15, que ya ha sido citada por su alto contenido en Fe, supera en 0,035 mg/l. el límite permisible para el Pb. De igual modo, las muestras núms. 10, 12 y, sobre todo, 17 presentan contenidos relativamente altos en Aluminio. Finalmente, la muestra núm. 32 presenta también un contenido bastante superior al común en las restantes muestras analizadas en CN^- , F^- , Al, Cu, Pb y Se, debido sin duda a la influencia de la actividad industrial ya mencionada; no obstante, a pesar de ello, no llegan a sobrepasarse los límites tolerables para los citados constituyentes.

7. RELACION CONTENIDO SALINO-CONDUCTIVIDAD

A partir de los resultados analíticos obtenidos, hemos establecido la relación existente entre el contenido salino y la conductividad. Los valores correspondientes a las muestras estudiadas se han representado en la figura 5; en ella se ha omitido la muestra núm. 29, dado que sus elevados valores de conductividad y contenido salino habrían obligado a utilizar intervalos notablemente más cortos, con la consiguiente pérdida de detalle para las restantes muestras.

La relación lineal existente entre el contenido salino (CS), expresado en mg/l., y la conductividad (C), expresada en $\mu\text{mho/cm.}$, es de la forma:

$$\text{CS} = 0,939 \text{ C} - 2,1$$

El coeficiente de correlación correspondiente es muy elevado: 0,97. Ello quiere decir que po-

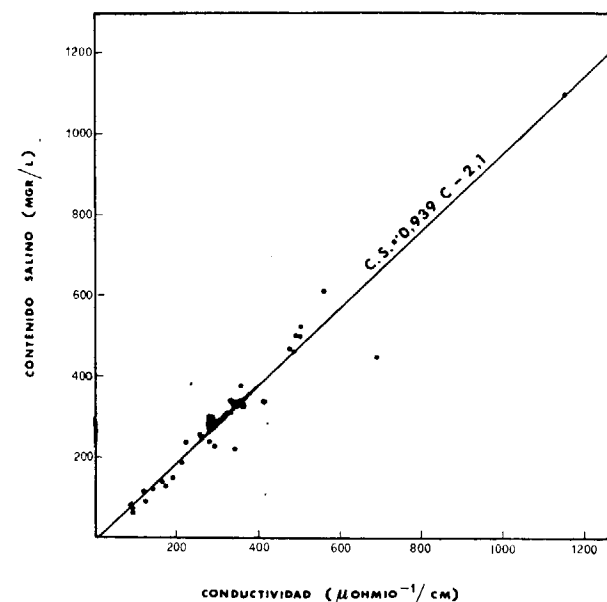


Figura 5.—Relación contenido salino-conductividad.

dría estimarse el contenido salino de un agua conocida su conductividad. El error estándar cometido sería de 49,5 mg/l., y el error probable de 33,4 mg/l.

Tratando conjuntamente los datos de las muestras descritas en el presente trabajo y las de la cuenca del Arratia (ANTIGÜEDAD, CRUZ-SANJULIÁN, GÓMEZ y GRACIA, 1979), cuyas conductividades son menores de 400 $\mu\text{mho/cm.}$, se puede establecer la siguiente relación, a partir de un total de 55 muestras:

$$\text{CS} = 0,949 \text{ C} - 1,7$$

con un coeficiente de correlación de 0,97. En suma, puede decirse que, al menos para muestras con conductividad del orden de las estudiadas en esta región (generalmente por debajo de 700 $\mu\text{mho/cm.}$), el contenido salino de un agua, expresado en mg/l., coincide bastante aproximadamente con el valor de la conductividad correspondiente, expresado en $\mu\text{mho/cm.}$ El error estándar cometido con este sencillo método sería de 44,5 mg/l. y el error probable de 30,0 mg/l., lo que representa una aceptable estimación.

8. CONCLUSIONES

Las aguas subterráneas y superficiales estudiadas en la cuenca alta del río Nervión tienen con-

tenidos relativamente bajos (inferiores a 700 mg/l.). Sólo se supera este valor en un agua superficial, inmediatamente después de atravesar un afloramiento de materiales triásicos y en un manantial, con altos contenidos en elementos metálicos, verosíblemente ligado a niveles mineralizados en la formación basal del Complejo urgoniano.

A falta de otros datos sobre los materiales aluviales, el interés hidrogeológico del sector se centra en las calizas urgonianas y en las calizas del Cretácico Superior; en ellas surgen los manantiales más importantes (en uno se supera el centenar de l/seg.); se trata de aguas bicarbonatadas cálcicas de buena calidad. Los manantiales que surgen en los materiales wealdenses y en los de la base del Complejo urgoniano presentan altos contenidos en sulfatos, en relación, probablemente, con la existencia de niveles de yeso y/o mineralizaciones de piritita; en algunos manantiales relacionados con los materiales wealdenses, el Complejo supraurgoniano o los niveles basales del Cretácico Superior, se detectan altos contenidos en Na y Mg, en relación con el Ca; en tales casos no se puede descartar la influencia de procesos de cambios de bases, invocados ya anteriormente, para hechos similares, en la cuenca del Arratia. Las aguas superficiales son bicarbonatadas cálcicas en la parte alta de la cuenca, con la excepción ya citada; esta influencia parece mantenerse aguas abajo; los aportes de los afluentes del Nervión en la parte central y septentrional del área estudiada son predominantemente sulfatados.

En cuanto a otros constituyentes, cabe resaltar que son relativamente frecuentes los manantiales ferruginosos, especialmente en los materiales wealdenses y en la base del Complejo urgoniano, en relación muy probable con mineralizaciones de piritita y verosíblemente de otros minerales. En algunos de ellos hay altos contenidos de otros elementos: Mn, Al y Pb. En las aguas superficiales de la parte más baja de la cuenca se detecta un notable incremento en el contenido en varios constituyentes y en otros parámetros, en relación indudable con la actividad industrial en ese sector.

Las aguas superficiales ligadas a los materiales triásicos no son potables al rebasar los límites permitidos en varios constituyentes. También deben ser calificadas de no potables varias de

las muestras de manantiales ferruginosos debido a los altos contenidos en Fe+Mn; algunas de ellas presentan, además, índices no tolerables de color y turbidez; en otras el pH está por debajo del límite conveniente, e incluso en tres de ellas por debajo del límite tolerable. Por el contrario, las aguas que surgen en los materiales calizos son potables y sus concentraciones pueden calificarse en todos los casos de convenientes; sólo en una de ellas se supera ligeramente dicho límite para el Ca, pero el contenido es tolerable. Se han detectado detergentes y fenoles en varias muestras; sin embargo, los contenidos serían admisibles según las normas de la O.M.S. Los contenidos en NH_3 y NO_2^- son del mismo orden de magnitud, y aún inferiores, que los encontrados en el agua de lluvia de la región; no obstante, existe una neta contaminación aguas abajo de Orduña y en el sector industrial de Arrigorriaga. El límite permisible para el Pb es superado en una muestra de un manantial ferruginoso.

Se ha puesto de manifiesto una relación lineal entre contenido salino y conductividad de la forma:

$$CS = 0,939 C - 2,1$$

con un coeficiente de correlación de 0,97; la determinación del contenido salino, a partir de la conductividad mediante esta expresión, implica un error estándar de 49,5 mg/l. y un error probable de 33,4 mg/l. El tratamiento conjunto de estos datos con los procedentes de la cuenca del Arratia permite proponer que, para aguas con conductividades por debajo de 700 $\mu\text{mho/cm.}$, la cifra que expresa la conductividad en dichas uni-

dades puede ser retenida como estimación del contenido salino en mg/l., con un error estándar de 44,5 mg/l. y un error probable de 30,0 mg/l.

BIBLIOGRAFIA

- ANTIGÜEDAD, I.; CRUZ-SANJULIÁN, J.; GÓMEZ, G., y GRACIA, I.: *Estudio hidroquímico preliminar de la Cuenca del río Arratia (Vizcaya y Alava)*. II Simposio Nacional de Hidrogeología, Pamplona, octubre 1979, vol. IV, sección 2.ª, pp. 503-524, 5 figs., 2 tab. (1979).
- CRUZ-SANJULIÁN, J.: *La salinización del agua en pozos que explotan los acuíferos de las formaciones carbonatadas de unidades alpujarrides en el sector de Cabo de Palos (Cordillera bética, SE de España). Sus causas y su corrección*. II Conferencia Nacional sobre Hidrología General y Aplicada, Zaragoza, pp. 15-21, 2 fig., 1 tab. (1976).
- CUSTODIO, E., y LLAMAS, M. R. (Dres. ed.): *Hidrología subterránea*. Ed. Omega, Barcelona, 2 vol., 2359 p. (1976).
- GRACIA, I., y ELEJALDE, C.: *Contenido de diversos elementos en aguas de lluvia de Vizcaya*. Ingeniería Química, pp. 185-191, 7 fig., 3 tab. (1977 a).
- GRACIA, I., y ELEJALDE, C.: *Boro, Magnesio, Cromo, Manganeso, Hierro, Cobalto, Níquel, Plomo, Galio, Germanio y Silicio en aguas de lluvia de Vizcaya*. Rev. Acad. Ciencias de Zaragoza, 32, núm. 3-4, pp. 177-184, 6 fig., 3 tab. (1977 b).
- GURTUBAY, L.: *Estimación de la contaminación atmosférica en Vizcaya mediante análisis del agua de lluvia*. Tesis doctoral, Univ. de Bilbao, dact., 151 p. (1977).
- RAT, P.: *Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne)*. Pub. de l'Université de Dijon, XVIII, Presses Universitaires de France, 525 pp. (1959).
- SCHÖELLER, H.: *Les eaux souterraines*. Masson et Cie. Editeurs, Paris, 642 pp., 187 fig. (1962).

Recibido: Marzo 1980

La Paligorskita de Tabladillo (Guadalajara)

Por: J. M. MARTIN POZAS (*), M. SANCHEZ CAMAZANO (**)
y J. M. MARTIN-VIVALDI MARTINEZ (***)

RESUMEN

El área de los materiales objeto de estudio se encuentra situada al sureste de la provincia de Guadalajara, en los alrededores del pueblo de Tabladillo, en la denominada región natural de La Alcarria.

Desde el punto de vista geológico, la zona se encuentra localizada en el extremo NE de la cubeta terciaria del Tajo, la cual se encuentra rellenada por materiales continentales desde el Oligoceno hasta el Mioceno, bajo un régimen fundamentalmente endorreico.

Dentro de los materiales terciarios se desarrolló, probablemente en el Burdigaliense-Vindoboniense, un tramo inferior constituido por margas yesíferas de coloración gris-verdosa, entre las que se intercalan unos niveles arcillosos muy ricos en paligorskita, asociada a sepiolita, y que son el objeto del presente trabajo.

La caracterización mineralógica de estos materiales se ha realizado por diversas técnicas químicas y fisicoquímicas que incluyen: análisis químicos, DRX, ATD y TG, microscopía electrónica y otras técnicas auxiliares. Los resultados obtenidos a partir de esas técnicas permiten identificar la presencia predominante de paligorskita asociada a sepiolita, y en menor cantidad cuarzo y carbonatos.

Desde el punto de vista del aprovechamiento industrial de estos materiales, aunque su composición mineralógica es muy aceptable, sus posibilidades económicas están en función del espesor medio y continuidad de los niveles estudiados.

SUMMARY

The area of the materials investigated in this study is found to the South East of the Province of Guadalajara in the surrounding area of the village of Tabladillo, in the so-called natural region of La Alcarria.

From a geological point of view, the zone is found to the extreme NE of the tertiary basin of the Tajo which is filled with continental materials from the Oligocene to the Miocene, under a principally endorreic regimen.

Within the tertiary materials, a lower level developed, probably in the Burdigaliense-Vindoboniense, constituted by marls of greyish-green colour between which some clay levels, very rich in paligorskite, associated to sepiolite, are intercalated; these are the object of the present survey.

The mineralogical characterization of these materials has been carried out by various chemical and physicochemical techniques, including: chemical analysis, X-ray diffraction, DTA and TG, electron microscopy and other auxiliary techniques. The results obtained from these techniques permit the identification of a predominant presence of paligorskite associated to sepiolite, and in lesser quantities, quartz and carbonates.

From the point of view of the industrial profiting of these materials, though their mineral composition is quite acceptable, their economic possibilities are governed by the average thickness and continuity of the levels studied.

1. INTRODUCCION

El yacimiento de paligorskita, y que por primera vez es estudiado desde los puntos de vis-

(*) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias. Salamanca.

(**) Centro de Edafología y Biología Aplicada. CSIC. Salamanca.

(***) Compañía General de Sondeos. C/ Corazón de María, 15. Madrid.

ta geológico y mineralógico, se encuentra ubicado en el término de Pareja, en la provincia de Guadalajara, en la proximidad del pequeño pueblo de Tabladillo, en plena región de La Alcarria. En la figura 1 se incluye un esquema de la localización geográfica de estos afloramientos.

Geológicamente la zona pertenece a la cubeta del Tajo y el control estratigráfico de los aflora-



Figura 1

mientos está directamente relacionado con los niveles de transición del Mioceno, desde la zona detrítica a la zona evaporítica. Esta unidad litoestratigráfica, denominada por BENAYAS (1960) formación Alcarria, forma parte de la Depresión del Tajo del sector oriental y, en el presente estudio, vamos a intentar reconstruir las condiciones de deposición, la secuencia de materiales correspondientes de la columna estratigráfica, el análisis mineralógico y las posibles condiciones económicas de los niveles de paligorskita.

Aunque a escala mundial se conocen diversos depósitos explotados de paligorskita, por ejemplo en Georgia y Florida (USA), en Queensland (Australia) o en algunas cuencas terciarias de Francia y Marruecos, en España el único depósito importante de este material se halla situado en la pequeña cuenca terciaria de Torrejón (Cáceres) y que recientemente ha sido descrito por GALÁN y col. (1975). En la misma cuenca del Tajo es mundialmente conocido el yacimiento de sepiolita denominado de Vallecas, pero en el que la paligorskita sólo se presenta como un componente accesorio minoritario, HUERTAS y col. (1969, 70 y 71).

En cuanto a la situación cronoestratigráfica de los materiales estudiados nos basaremos, exclusivamente, en las referencias bibliográficas dadas por otros autores que con anterioridad han estudiado la zona (BENAYAS, 1960; GARCÍA PALACIOS, 1974; LÓPEZ VERA, 1977).

DESCRIPCION GEOLOGICA DE LA CUBETA DEL TAJO

Se encuentra rellena, según BENAYAS y col. (1960), por materiales continentales que van desde el Oligoceno hasta el Mioceno, depositados bajo un régimen fundamentalmente endorreico. El relleno se realizó, de un lado, por el borde oriental de la Meseta, a partir de materiales mesozoicos del Sistema Ibérico, y de otro a partir de materiales Paleozoicos de los Montes de Toledo del Sistema Central.

La potencia de los materiales terciarios es bastante fuerte, sobre todo en el centro de la cubeta; la fuerte subsidencia de sistemas de fracturas ha producido un escalonamiento de bloques en la misma, por tanto se trataría de una cubeta tectónica. En esta cubeta y de una forma muy generalizada se distingue una facies central evaporítica, F. Centro de Cuenca, y cuatro facies marginales detríticas, F. Madrid, F. Guadalajara, F. Toledo y F. Alcarria; todas estas últimas facies fundamentalmente detríticas.

La Facies Alcarria

El Terciario de la Facies Alcarria, figura 2,

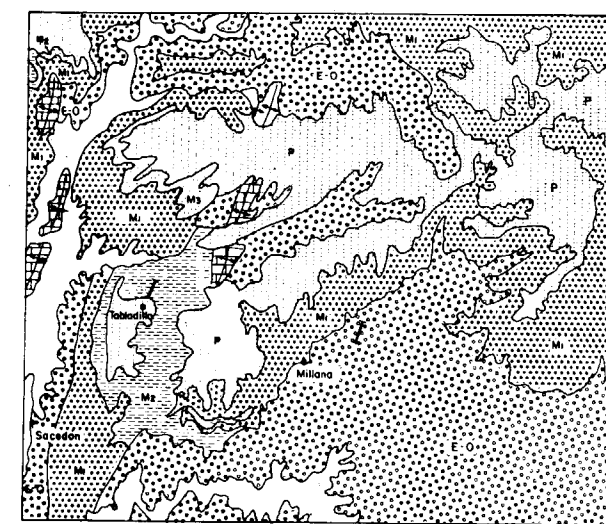


Figura 2

consta de un Paleógeno que está formado por una serie compleja de areniscas, conglomerados, calizas, margas lacustres y yesos, entre los que se intercalan localmente algunos niveles de paligorskita y/o sepiolita, todos ellos con abundantes cambios de facies.

En la zona de estudio se puede distinguir un Paleógeno Inferior formado por margas yesíferas verdosas con algún nivel de calizas blancas. Son frecuentes los niveles de conglomerados y areniscas con estratificación cruzada. El Paleógeno Superior consiste en una alternancia de margas verdes yesíferas y areniscas. El total del Paleógeno en este sector puede alcanzar los 800 metros.

El Mioceno, también continental, presenta numerosos cambios laterales de facies, distinguiéndose dos conjuntos: el inferior, Burdigaliense-Vindoboniense, y el superior, Pontiense. El tramo inferior del Burdigaliense-Vindoboniense está constituido por 140 m. aproximadamente de margas yesíferas y yesos de tonos verdosos. Encima de éstos sedimentan margas claras y calizas finas que pasan a una sucesión de margas yesíferas. Hacia el Este, el tramo inferior cambia lateralmente a facies más detríticas (areniscas cuarzosas y margas yesíferas). La potencia total del Burdigaliense-Vindoboniense en este sector es de unos 180-200 m. Es precisamente en este tramo en donde se encuentran situados los niveles de paligorskita y sepiolita.

El Pontiense lo constituyen las calizas de «Páramos» (calizas tableadas, lacustres), de tonos cremas, en capas de 0,5 a 1 m. de potencia, con espesor total de unos 100 m. y alguna intercalación de escasos centímetros de margas rosadas.

2. COLUMNA LITOLOGICA Y DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS

Los materiales geológicos de esta zona presentan malas condiciones de observación, ya que se sitúan siempre bajo materiales de recubrimiento y su secuencia sólo se ha podido observar con claridad en el corte de la carretera que va desde Pareja a Tabladillo y completado en dos barrancos del sector occidental y meridional. En la figura 3 se recoge la columna litológica y la situación de las muestras estudiadas.

LA PALIGORSKITA DE TABLADILLO (GUADALAJARA)

PERFIL DE TABLADILLO

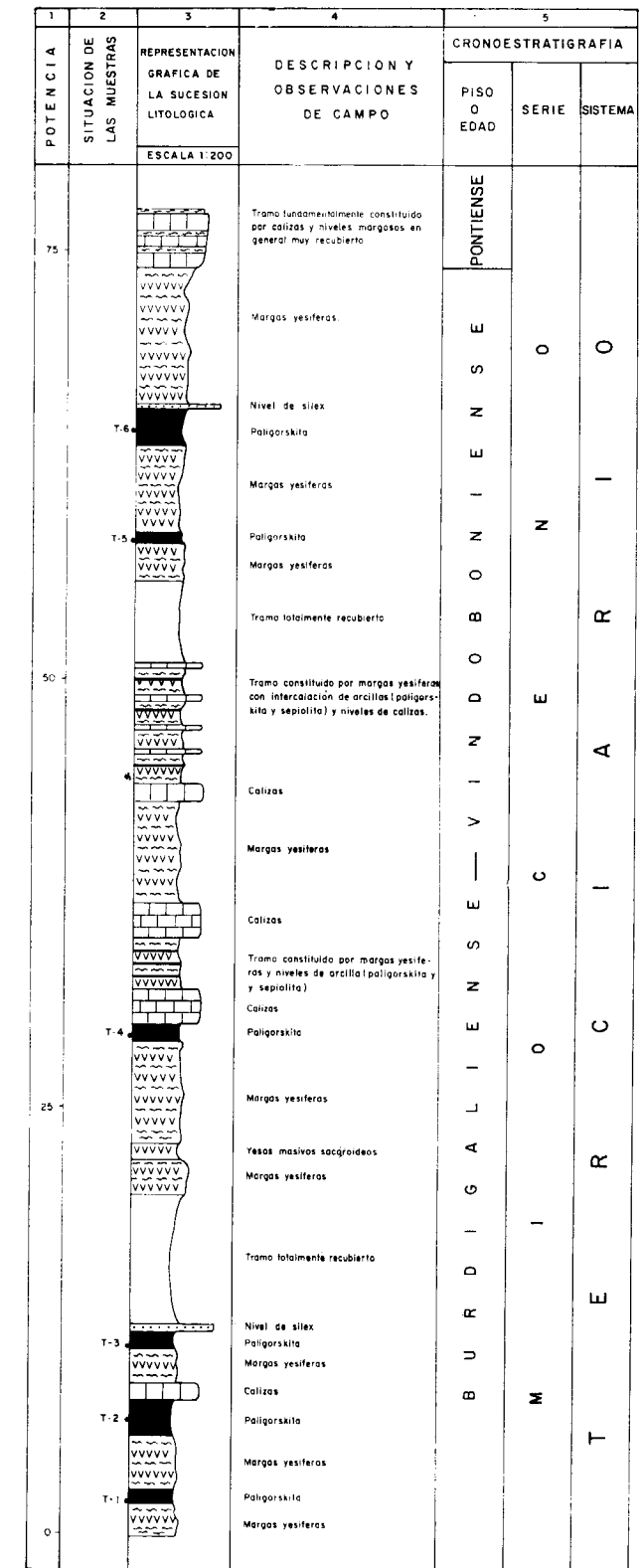


FIG-3

Hacia la base existe un potente conjunto de yesos y margas yesíferas, fundamentalmente. Se presenta como una alternancia de yesos blancos y margas blancas. A techo de este primer tramo aumentan la cantidad de carbonatos, distinguiéndose los primeros niveles de calizas. Entre la formación de base y estas calizas aparecen los primeros niveles de paligorskita, interestratificados entre margas yesíferas blancas o ligeramente verdosas (muestras T-1 y T-2). La potencia respectiva de estos dos niveles es de 0,70 m. y 2 m., y teniendo en cuenta el carácter puntual de la observación, se trata de un mineral hojoso poco denso, bastante absorbente cuando está seco y plástico cuando está húmedo.

Encima de esos niveles descansa el primer tramo potente de calizas (1 m. aproximadamente) y de nuevo aparecen margas yesíferas sobre las que vuelve a situarse otro nivel de paligorskita (muestra T-3), íntimamente relacionado con un nivel de sílex blanco o gris claro muy continuo por todo el sector.

Inmediatamente encima viene una zona muy recubierta y a continuación una formación, de unos 30 m. como mínimo, constituida por una alternancia de margas yesíferas y calizas fundamentalmente, con algunas pasadas de yesos sacaroides y nivelillos de paligorskita, casi siempre situados a muro de las calizas. De estos niveles de paligorskita existe uno de 0,5 m. de espesor, que presenta las mismas características que los situados a muro (muestra T-4).

De nuevo, una zona recubierta totalmente y a continuación margas blancas yesíferas y dos niveles de paligorskita. El inferior de 0,40 m. y otro superior de 2 m. (muestras T-5 y T-6). El aspecto que estos minerales presentan es de ser poco densos, absorbentes y sobre todo muy blancos.

En relación con el nivel más potente existe un nivel de sílex blanco o gris claro situado a techo de la paligorskita.

Encima otra vez aparecen margas blancas yesíferas y, a techo de toda la formación, las calizas micríticas de tonos beigs del Pontense.

MÉTODOS Y TÉCNICAS EXPERIMENTALES

Las determinaciones realizadas sobre las distintas muestras han sido: análisis granulométrico, análisis químico y análisis mineralógico.

El análisis granulométrico se ha efectuado para una de las muestras representativas, la T-3, utilizando la balanza de sedimentación, cuyos resultados se recogen en la Tabla 1.

La separación de fracciones $< 20 \mu$ y 2μ se ha realizado por sedimentación en medio acuoso.

La composición mineralógica se ha determinado por las siguientes técnicas: DRX, ATD y microscopio electrónico.

El análisis detallado de la composición química y mineralógica de las fracciones total, $f < 2 \mu$ y $f < 20 \mu$, sólo se ha llevado a cabo sobre una de las muestras más representativas (T-3).

Una referencia detallada de la descripción y metodología de las técnicas empleadas puede obtenerse en el trabajo de MARTÍN POZAS y col. (1973).

3. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSION

a) Granulometría

Los resultados, Tabla 1, ponen de manifiesto la existencia de un material fundamentalmente arcilloso. No obstante la obtención de una suspensión completamente dispersa, aun utilizando un agente dispersante, fue una tarea ardua, probablemente porque la compactación de las partículas debe de ser muy intensa.

TABLA 1
Análisis granulométrico de la muestra T-3

μ	%	% acumulado
>62,5	11,7	11,7
44,2	3,8	15,5
31,3	0,99	16,49
22,1	2,66	19,15
15,6	2,65	21,8
11,0	2,14	23,94
7,8	1,57	25,53
5,5	1,07	26,60
< 5,5	73,04	100,00

b) Análisis mineralógico

En la Tabla 2 se incluye la lectura de los diagramas correspondientes a la muestra T-3, y sus correspondientes fracciones (recogidos en la figura 4). El análisis mineralógico semicuantitativo deducido por DRX de las muestras naturales

TABLA 2
Datos de difracción de rayos $d(\text{Å})/I/I_0$ en la paligorskita de Tabladillo (T-3)

Línea	d (Å)	I/I_0 M. T.	I/I_0 F $> 20 \mu$	I/I_0 F $> 2 \mu$	Interpretación
1	12,01	35	59	50	Sp
2	10,46	100	100	100	P
3	6,45	10	13	12	P
4	5,46	7	6	8	P
5	4,95	7	5	6	M
6	4,49	26	29	30	P, Sp, M
7	4,29	19	16	19	Sp
8	4,24	33	15	20	Q
9	4,15	16	12	10	P
10	4,03	6	3	4	Cb, Tr?
11	3,73	10	8	9	P
12	3,63	8	12	10	P
13	3,49	8	8	9	P
14	3,33	75	50	29	Q, M, Sp
15	3,23	29	28	29	P
16	3,18	23	28	26	P?
17	3,12	13	25	23	P?
18	3,03	28	25	23	Ca, P
19	2,78	3	—	—	P, D?
20	2,68	5	7	9	P?
21	2,60	23	20	29	P
22	2,56	29	26	24	P
23	2,45	15	5	8	P
24	2,28	16	6	6	Q, Ca
25	2,13	12	6	7	P
26	1,81	12	5	—	Q, P

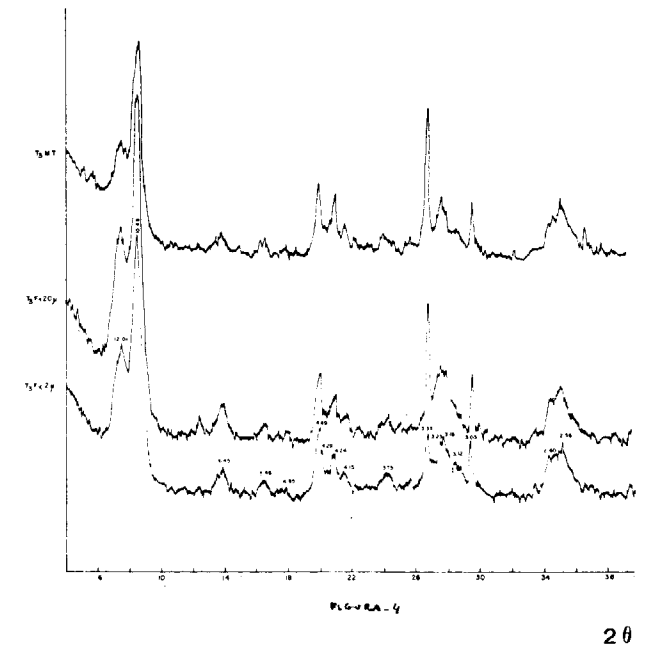
P : Paligorskita
Sp: Sepiolita
M : Mica
Q : Cuarzo
Ca: Calcita
Tr : Tridimita
Cb: Cristobalita

TABLA 3
Composición mineralógica global de las muestras

Muestra	P	Sp	M*	Q	Ca	Otros
T ₁	65	15	< 5	15	5	Tr, Cb
T ₂	60	20	< 10	< 10	5	D, Tr
T ₃	60	20	< 10	5	5	—
T ₄	70	—	10	10	10	Tr
T ₅	65	15	10	5	5	—
T ₆	30	< 10	10	5	45	Tr
Mi	15	65	5	< 5	10	Tr, Cb

* Mica posiblemente subestimada.

P : Paligorskita
Sp: Sepiolita
Q : Cuarzo
Ca: Calcita
D : Dolomita
Cb: Cristobalita
Tr : Tridimita



se recoge en la Tabla 3. Puede inferirse que la composición media de las muestras estudiadas es en general muy similar, salvo en el caso de la T-4; su composición puede venir definida por paligorskita en cantidad mayoritaria, junto con sepiolita y mica. Como minerales no arcillosos, calcita y cuarzo. Existen indicios de la posible presencia de cristobalita y en una sola muestra (T-2), la calcita va acompañada también por dolomita. Puesto que la paligorskita con frecuencia suele ir acompañada por minerales del grupo de las esmectitas, se hicieron diagramas de agregados orientados de las fracciones finas solvatadas con etilenglicol, y tratando previamente las muestras con Mg^{++} , para asegurar un hinchamiento adecuado de los posibles materiales esmectíticos, pero los resultados obtenidos dieron como respuesta la ausencia de reflexiones que indujeran a pensar en la presencia de minerales de esta naturaleza.

En las fracciones más finas puede observarse un empobrecimiento no muy acusado en minerales no arcillosos y posiblemente una mayor preponderancia de la paligorskita sobre la sepiolita. La existencia de sepiolita fue confirmada por tratamiento térmico a diferentes temperaturas y su subsiguiente reconocimiento por DRX —según los métodos propuestos por LUCAS (1966) y MARTÍN POZAS (1980)—, que probaron la evidencia de la asignación del pico a 12 Å a la sepiolita.

Las curvas de análisis térmico se recogen en la figura 5 para la muestra T-3 y sus fracciones correspondientes. En ellas se observa un primer efecto endotérmico entre 95 y 225° C, seguido de

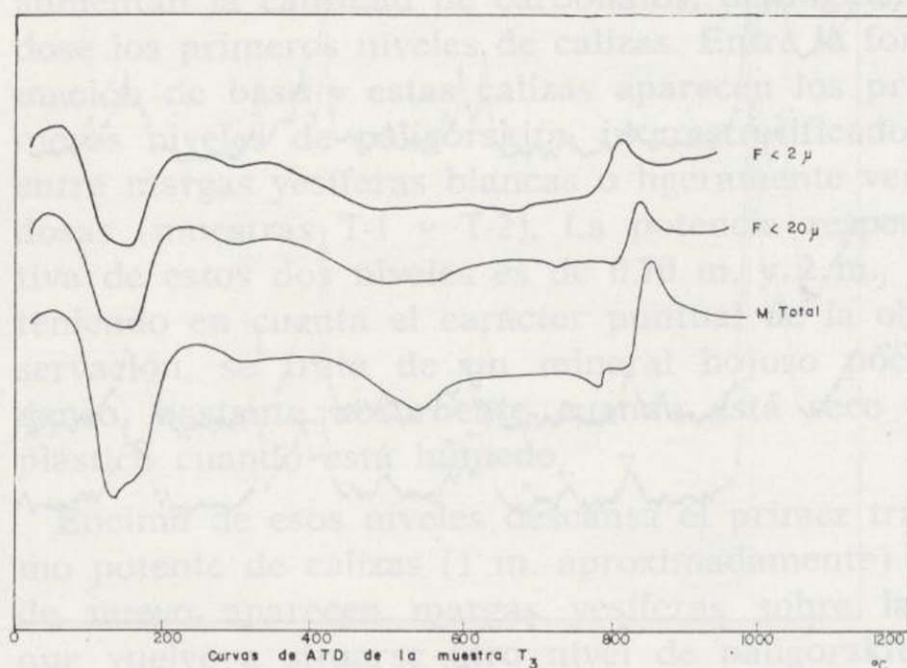


Figura 5

un segundo efecto, menos acusado, que termina alrededor de los 340° C. Los efectos observados alrededor de los 500° C, deben corresponder a paligorskita y los observados alrededor de 550° C, cuando aparecen, denotan la presencia de illita. Finalmente, se observan varios efectos endotérmicos seguidos de un proceso exototérmico. Todos estos efectos constatan la presencia predominante de paligorskita. En la fracción total, un claro efecto a unos 800° C debe atribuirse a la descomposición del material carbonatado.

c) Microscopio electrónico

La observación al microscopio electrónico (figura 6) muestra inequívocamente la presencia de materiales fibrosos, con la existencia de finas fibras fuertemente entrelazadas que, en algunos casos en los que no se ha llegado a una buena dispersión, asemejan una masa informe poco característica. Junto a los materiales fibrosos pudo observarse en algunos campos cristales de carbonato y algunos materiales micáceos.

d) Análisis químico

En la Tabla 4 se recogen los resultados del análisis químico de la muestra T-3 (total y $f < 2 \mu$); junto a ellos se incluyen los datos para una muestra de attapulgita de Attapulgis (USA).

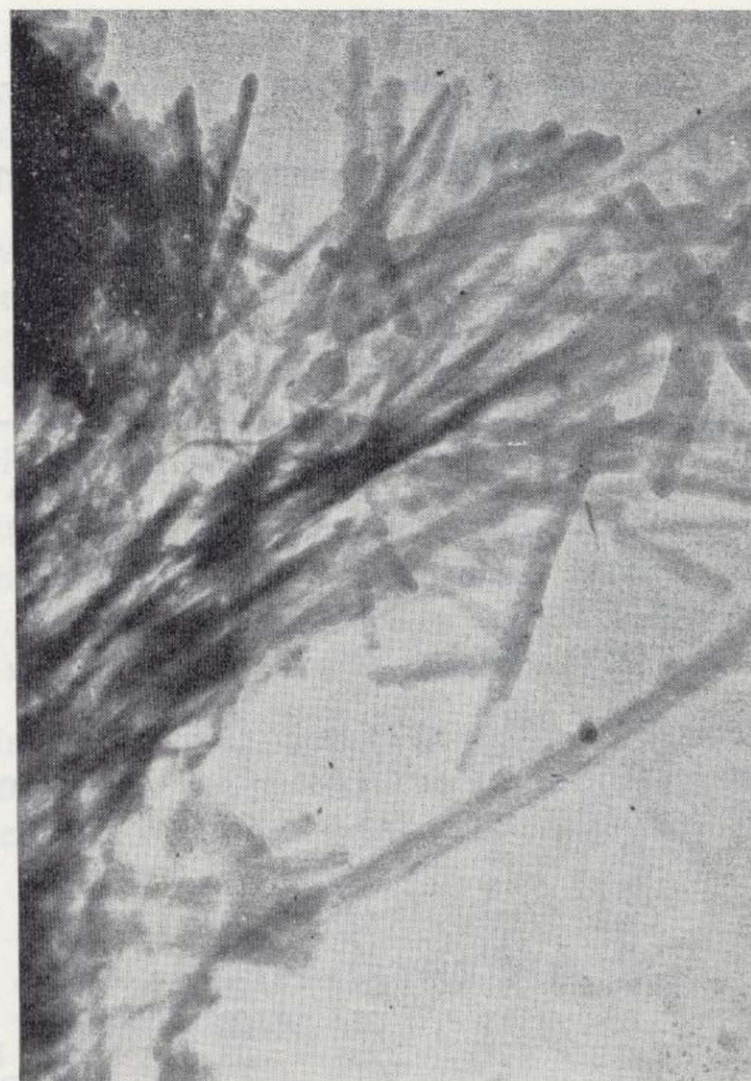


Figura 6

La relación $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ cercana a 5:1, es muy similar al valor característico de una paligorskita típica. El contenido alto en CaO puede deberse, sin duda, a la presencia de calcita, así como la existencia de materiales micáceos debe ser responsable del valor relativamente alto del K_2O . Como puede observarse, el análisis es muy parecido al del material de Attapulgis. La presencia de sepiolita y calcita, y sobre todo de illita, nos ha impedido obtener una fórmula estructural para la paligorskita de Tabladillo.

TABLA 4
Análisis químico de la muestra T₃

	M total	F < 2 μ	A. A.
SiO ₂	53,89	55,30	53,64
Al ₂ O ₃	9,08	10,44	8,76
Fe ₂ O ₃	3,32	3,75	3,59
Ti ₂ O	0,35	0,44	0,60
MgO	8,78	11,95	9,05
CaO	2,83	1,03	2,02
Na ₂ O	0,09	0,20	} 2,40
K ₂ O	1,48	1,49	
M. V.	19,79	14,98	20,01
S. total	99,59	99,68	100,07

A. A.—Attapulgita de Attapulgis. Georgia, U. S. A. BRADLEY (1940).

Las curvas de análisis térmico se recogen en la figura 5 para la muestra T-3 y sus fracciones correspondientes. En ellas se observa un primer efecto endotérmico entre 95 y 225° C, seguido de

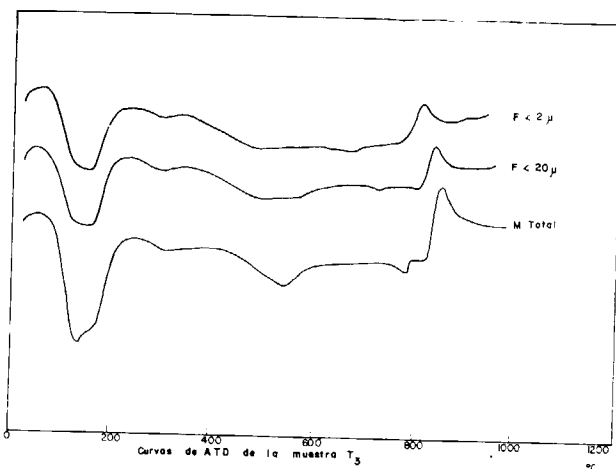


Figura 5

un segundo efecto, menos acusado, que termina alrededor de los 340° C. Los efectos observados alrededor de los 500° C, deben corresponder a paligorskita y los observados alrededor de 550° C, cuando aparecen, denotan la presencia de ilita. Finalmente, se observan varios efectos endotérmicos seguidos de un proceso exotérmico. Todos estos efectos constatan la presencia predominante de paligorskita. En la fracción total, un claro efecto a unos 800° C debe atribuirse a la descomposición del material carbonatado.

c) Microscopio electrónico

La observación al microscopio electrónico (figura 6) muestra inequívocamente la presencia de materiales fibrosos, con la existencia de finas fibras fuertemente entrelazadas que, en algunos casos en los que no se ha llegado a una buena dispersión, asemejan una masa informe poco característica. Junto a los materiales fibrosos pudo observarse en algunos campos cristales de carbonato y algunos materiales micáceos.

d) Análisis químico

En la Tabla 4 se recogen los resultados del análisis químico de la muestra T-3 (total y f < 2 μ); junto a ellos se incluyen los datos para una muestra de attapulgita de Attapulgis (USA).



Figura 6

La relación SiO₂/Al₂O₃ cercana a 5:1, es muy similar al valor característico de una paligorskita típica. El contenido alto en CaO puede deberse, sin duda, a la presencia de calcita, así como la existencia de materiales micáceos debe ser responsable del valor relativamente alto del K₂O. Como puede observarse, el análisis es muy parecido al del material de Attapulgis. La presencia de sepiolita y calcita, y sobre todo de ilita, nos ha impedido obtener una fórmula estructural para la paligorskita de Tabladillo.

TABLA 4
Análisis químico de la muestra T₃

	M total	F < 2 μ	A. A.
SiO ₂	53,89	55,30	53,64
Al ₂ O ₃	9,08	10,44	8,76
Fe ₂ O ₃	3,32	3,75	3,59
Ti ₂ O	0,35	0,44	0,60
MgO	8,78	11,95	9,05
CaO	2,83	1,03	2,02
Na ₂ O	0,09	0,20	2,40
K ₂ O	1,48	1,49	
M. V.	19,79	14,98	20,01
S. total	99,59	99,68	100,07

A. A.—Attapulgita de Attapulgis. Georgia, U. S. A. BRADLEY (1940).

CONCLUSIONES Y CONDICIONES DE FORMACION

Los afloramientos donde se ha realizado el estudio de los indicios del posiblemente explotable yacimiento de materiales fibrosos, y cuya composición ha sido descrita en los apartados anteriores de este trabajo, se localizan en el tramo del Mioceno, posiblemente Burdigaliense-Vindoboniense. Su situación desde el punto de vista geológico podría localizarse en una facies de transición entre los niveles claramente detríticos y los típicamente evaporíticos de la facies Alcarria.

En el estado actual de la génesis de los minerales fibrosos de la arcilla, salvo casos aislados de poca importancia económica, la génesis de depósitos de sepiolita se atribuye casi sin excepción a un proceso de precipitación química básica, en el que la concentración de iones solubles Mg⁺⁺ y Si⁴⁺, fundamentalmente, alcanza su mayor proporción en la zona central de la cuenca. Este es el caso de los depósitos de sepiolita en Vallecas, pertenecientes a esta misma cuenca, pero en una situación geológica algo diferente de los materiales objeto de estudio.

Las condiciones de formación de la paligorskita, de acuerdo con ISPHORDING (1973), son menos unánimemente reconocidas. Dos procesos genéticos merecen ser destacados, uno la neoformación por precipitación directa de soluciones fundamentalmente ricas en Mg, Si y Al, similar el proceso de génesis de la sepiolita, pero con una relación Mg/Al inferior a las necesarias para que se depositase este último mineral. El segundo proceso viene determinado por una transformación continua de minerales heredados del área fuente. En este sentido, recientemente TRAUTH (1977), a través del estudio sistemático de la geoquímica y mineralogía de la sedimentación en diversas cuencas y depósitos de arcillas, que incluyen el yacimiento de sepiolita de Salinelles (Francia), el de stevensita de Steveurita en Ibel Ohassoul (Marruecos) y el de paligorskita de la cuenca de Mormoiron, llega a la conclusión de que la paligorskita debe tener su origen en un proceso de cristalización a partir de materiales esmectíticos ricos en alúmina y magnesio (esmectitas cheto) situados convenientemente en un ambiente rico en magnesio en solución. Concluyendo que la aparición de paligorskita necesita la exis-

tencia previa de estos materiales sílico-aluminosos (memoria química) que aporten aquellos cationes que por su menor concentración como cationes solubles, son necesarios para la edificación de la estructura de este mineral.

En nuestro estudio no hemos podido comprobar si este último proceso de génesis es el responsable de la presencia de paligorskita en los afloramientos estudiados. No obstante GARCÍA PALACIOS (1977), siguiendo las ideas de TRAUTH, en su estudio de las arcillas del Terciario de esta misma cuenca, aunque en sectores diferentes, llega a la conclusión de que puede admitirse un origen para la paligorskita similar al propuesto por TRAUTH para los materiales paligorskíticos por él estudiados.

Las muestras estudiadas por nosotros presentan como asociación fundamental paligorskita y sepiolita. A la vista de todo lo expuesto parecería lógico reconocer que el ambiente de formación responsable de la existencia de estos minerales en asociación, podría incluirse en cualquiera de los procesos antes indicados, bien la neoformación ha sido la responsable de la presencia simultánea de sepiolita y paligorskita, bien nos encontramos en una situación límite en la que todos los materiales esmectíticos tipo «cheto» han dado origen por la asimilación del Mg⁺⁺ en solución que les rodea, a la cristalización de paligorskita, y una vez consumido el esqueleto sílico-aluminoso preexistente, la precipitación directa ha dado origen a la presencia de la sepiolita acompañante.

Desde el punto de vista del aprovechamiento técnico de estos materiales, la mineralogía que presentan parece adecuada para dichos fines, pero para conocer la capacidad de los afloramientos para su explotación se necesita de una investigación detallada de la continuidad y espesor medio de los niveles ricos en materiales fibrosos, investigación que se aparta del objeto inmediato de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

BENAYAS, J.; PÉREZ MATEOS, J., y RIBA, O.: *Asociaciones de minerales detríticos en los sedimentos de la cuenca del Tajo*. Anal. de Edaf. y Agrob., XIX, 635-670 (1960).
BRADLEY, W. F.: *Structure of Attapulgitite*. Amer. Min., 25, 405-410 (1940).

- GALÁN, E.; BRELL, J. M.; LA IGLESIA, A., y ROBERTSON, R. H. S.: *The Caceres polygorskite deposits. Spain. Proceeding of the Intern. Clay Confer.*, 81-94, Applied Publishing Ltd., Wilmette, Illinois 60091, USA (1975).
- GARCÍA PALACIOS, M. C.: *Mineralogía de arcillas del Tercario de la cuenca alta del Tajo*. Estudios Geol. 33, 473-484 (1977).
- ISPHORDING, W. C.: *Discussion of the occurrence and origin of sedimentary palygorskite-sepiolite deposits*. Clays and Clay Minerals 21, 391-401 (1973).
- HUERTAS, F.: *Minerales fibrosos de la arcilla. Su genética en cuencas sedimentarias españolas y sus aplicaciones tecnológicas*. Tesis doctoral, Universidad de Madrid (1969).
- HUERTAS, F.; LINARES, J., y MARTÍN VIVALDI, J. L.: *Clay minerals geochemistry in basic sedimentary environments*. Reunión Hispano-Belga de Minerales de la arcilla. Madrid, 211-214 (1970).
- HUERTAS, F.; LINARES, J., y MARTÍN VIVALDI, J. L.: *Minerales fibrosos de la arcilla en cuencas sedimentarias españolas. I. Cuenca del Tajo*. Bol. Geol. y Min., LXXXII-VI, 534-542 (1971).
- LÓPEZ VERA, F.: *Estudios geológicos e hidrogeológicos sobre la fosa media del Tajo*. Bol. Geol. y Min., 88, 401-416 (1977).
- LUCAS, J.: *La transformation des mineraux argileux dans la sedimentation. Etudes sur les argiles du Trias*. Mem. Carte Geol. Als. Lorr., 23, 202 pp. (1963).
- MARTÍN POZAS, J. M.; GALÁN HUERTOS, E., y MARTÍN VIVALDI, J. L.: *Il giacimento di caolino di Jove (Lugo, Spagna)*. Atti 1.º Congr. Nac. Grupo Itali. A. I. P. E. A., Ed. Veniale e Palmonari, 89-109 (1973).
- MARTÍN POZAS, J. M.: *Detección por DRX de asociaciones sepiolita-paligorskita* (en preparación) (1980).
- TRAUNTH, N.: *Argiles evaporitiques dans la sedimentation carbonatée continentale. Bassins de Paris, de Mormourou et de Salinelles (France), Ibel Gnassoul (Maroc)*. Memoires Serv. Cart. Geol. Als. Lorr. (49) (1977).

Recibido: Junio 1980

INFORMACION

Noticias

ACUERDO ESPECIFICO DE COOPERACION PARA EL AÑO 1981 ENTRE EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA Y LA DIPUTACION PROVINCIAL DE GUADALAJARA

El pasado 9 de julio tuvo lugar en la sede del IGME la firma del Convenio-Marco de asistencia técnica entre el IGME y la Diputación Provincial de Guadalajara, así como el Acuerdo Específico de Cooperación para el año 1981 entre ambos Organismos. El Convenio fue firmado por don Mariano Ricardo Echevarría Caballero, como Director General del IGME y por don Antonio López Fernández como Presidente de la Diputación Provincial de Guadalajara.

Las actuaciones previstas en el Convenio-Marco y en el Acuerdo Específico de Colaboración prevén asistencia técnica, servicios de estudio y asesoramiento y realización de trabajos por parte del IGME para la citada Diputación Provincial de Guadalajara, dentro de los campos de actividades, competencia de este Instituto que serán supervisadas por un Comité Mixto de Seguimiento integrado por representantes del IGME y de la Diputación de Guadalajara.

CON EL PROGRAMA NACIONAL DE ARCILLAS ELABORADO POR EL IGME 7.000 MILLONES DE PESETAS ANUALES PUEDE AHORRAR LA INDUSTRIA DE TEJAS Y LADRILLOS

Para contribuir a la reestructuración del sector cerámico de tejas y ladrillos, el Instituto Geológico y Minero de España acaba de elaborar un Programa Nacional de Arcillas en colaboración con la Asociación Nacional de Fabricantes de Tejas y Ladrillos y el Instituto de Cerámica y Vidrio, cuya aplicación supondrá el ahorro de 300.000 toneladas de fuel-oil y 7.000 millones de pesetas anuales.

El sector de tejas y ladrillos, profundamente afectado por la crisis de la construcción, padece además graves defectos estructurales, fruto de un paso demasiado rápido e incontrolado de formas de producción artesanales a las de producción industrial.

Pese a la disminución del número de establecimientos cerámicos, que en 1962 eran 2.900, en 1977 su número había pasado a ser de 1.400 y en la actualidad son 1.150 con una población laboral de 27.712 operarios, la capacidad de producción del sector sigue siendo muy superior a la demanda,

ya que de los 26 millones de toneladas de capacidad de producción, sólo se demandan 14 millones. Todo ello implica que en los próximos cinco años deberá continuar la reducción del número de plantas, cuyo óptimo se calcula en 550 para el año 1985. Dicho número será similar a la estructura del sector existente en el resto de los países del Mercado Común, donde este tipo de producción ha sufrido un proceso similar de reestructuración para adecuar la capacidad de producción con la demanda.

En el Programa Nacional de Arcillas, elaborado por el IGME, se prevé también la ordenación del sector en función de los yacimientos de arcilla, buscando que su calidad sea la óptima, adecuando su explotación a la tecnología existente.

Hasta la fecha, las fábricas de tejas y ladrillos solían situarse en la proximidad de los yacimientos, lo que supone un importante ahorro en los gastos de transporte. Pero en los últimos años, el empleo de pastas cerámicas adecuadas en el horno de cocción se presenta cada vez más como un elemento fundamental de ahorro, dado el incremento de los precios de la energía. Hay que tener en cuenta que la energía representa la cuarta parte del coste final de los productos cerámicos, de ahí la importancia que supone cualquier disminución del consumo de la misma en el proceso de fabricación.

Es en este campo al que se han dirigido las investigaciones del Instituto Geológico y Minero de España, habiéndose conseguido ya pastas cerámicas que sinterizan a 850° en lugar de los 950° habituales en los hornos actuales, con lo que se consigue un importante ahorro de energía mediante la adaptación de la capacidad instalada con la demanda real, según se ha indicado anteriormente.

En cuanto a las provincias que superan las 500.000 toneladas anuales de producción son: Toledo, Madrid, Barcelona, Castellón, Valencia, Huelva, Logroño y Zaragoza.

MEDALLA DE ORO DEL AYUNTAMIENTO DE VILABELLA AL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

El pasado día 21 de julio el alcalde del Ayuntamiento de Vilabella, municipio de la provincia de Tarragona, hizo entrega al Director General del Instituto Geológico y Minero de España, en la sede de dicho Organismo, de la Medalla de Oro de la citada localidad y de una placa de plata en

reconocimiento de los trabajos realizados por el Instituto para resolver el problema de abastecimiento de agua a la expresada localidad.

En el acto estuvieron presentes el Alcalde de Vilabella, don Francisco Armengol Boada, al frente de una representación del municipio, y el Director General del IGME, don Mariano Ricardo Echevarría Caballero, al que acompañaban el Director de la División de Aguas Subterráneas y Geotecnia, don Jerónimo Abad, y otros técnicos del Instituto.

En su ofrecimiento el alcalde de Vilabella afirmó que, aunque la Medalla de la que hacía entrega no tenía ningún valor material, era la mayor ofrenda simbólica que podía hacer su pueblo y con la misma deseaba expresar el deseo de que el Instituto continuara con la magnífica labor que realiza y que, en el caso de Vilabella, había superado todo lo que se le solicitó. Terminó sus palabras dando las gracias al Instituto y a su Director General.

El Director General del IGME agradeció sinceramente la distinción que se le había entregado al Instituto y que servía para reconocer el espíritu de servicio que preside las actuaciones del mismo.

Mencionó el caso concreto de la provincia de Tarragona, donde la labor del IGME reviste especial importancia dados los problemas que plantea el déficit de agua que se padece en la misma.

Mostró después su satisfacción por el gesto del Ayuntamiento de Vilabella, al reconocer una labor, que aunque obligatoria para el Instituto, significaba un gran estímulo por la acogida que había encontrado en dicho municipio.

Concluyó sus palabras dando las gracias en nombre del Instituto y en especial en el de cuantos habían intervenido en estos trabajos.

CARACTERISTICAS TECNICAS

El sondeo de captación de aguas subterráneas en Vilabella forma parte de las actividades emprendidas con motivo del Estudio Hidrogeológico de la Cuenca del río Gayá, realizado en 1980 por el IGME y que ha sido asumido por las autoridades provinciales de Tarragona.

Con motivo del mismo el IGME se comprometió a atender todas las peticiones que le fueran solicitadas por las corporaciones locales de dicha Cuenca sobre estudios hidrogeológicos de detalle para abastecimiento.

Una de las primeras peticiones efectuadas correspondió al Ayuntamiento de Vilabella y en la actualidad las peticiones de municipios de la Cuenca rebasan la veintena.

El sondeo realizado en Vilabella alcanzó una profundidad de 267 metros, aforándose un caudal de 60 litros por segundo. Como caudal de explotación se recomendó la captación de 40 litros por segundo.

Las necesidades actuales de Vilabella, con una población que oscila —según las épocas— entre 900 y 1.200 habitantes y contando la demanda suplementaria de varias industrias de ganadería porcina, no rebasan los 15 litros por segundo por lo que el caudal aforado cubre la posible demanda con un horizonte de muchos años.

En la obra de captación se han invertido cuatro millones de pesetas.

ADARO DESCUBRE ACUIFEROS GEOTERMICOS EN BURGOS

La empresa nacional ADARO ha finalizado, con resultados positivos, los sondeos geotérmicos que venía efectuando en el polígono industrial de Villalonquéjar (Burgos), en donde han sido hallados dos acuíferos de los que brota agua a una temperatura de 92 grados.

Una vez finalizada esta primera fase de perforación, se iniciará, en breve plazo, otra segunda destinada a la puesta en explotación de estos caudales de agua. En el citado polígono, situado a seis kilómetros de la capital burgalesa se encuentran ubicadas gran parte de las industrias surgidas al amparo del polo de desarrollo de la capital. La Cámara de Comercio e Industria, que propició estos sondeos tiene la intención de utilizar los caudales de agua al servicio de diversas industrias burgalesas.

Por otra parte, fuentes cercanas a ADARO mantienen la impresión de que es muy posible la existencia de más yacimientos geotérmicos en el subsuelo de Burgos.

POSIBLES YACIMIENTOS DE ORO EN ORENSE

La posibilidad de que en la provincia de Orense existan yacimientos de oro motivó la presentación, en la Delegación del Ministerio de Industria y Energía, de varias solicitudes para realizar prospecciones en diferentes puntos de la provincia.

Las investigaciones se llevarán a cabo en las comarcas de Puebla de Trives, Quiroga y Ribas del Sil.

La Delegación de Industria y Energía, informó que todos los interesados en estas prospecciones podrán presentar el correspondiente expediente en el plazo de quince días.

SOLO DOS POZOS ABASTECEN DE AGUA A DOÑANA

Doñana sufre en estos momentos una de las sequías más graves que se conocen, que afecta sensiblemente tanto a la población animal como a la vegetación, tras no registrarse precipitaciones desde el pasado mes de febrero, que, de cualquier forma, no fueron lo suficientemente abundantes como para remediar la situación.

En la actualidad, el Parque de Doñana dispone de agua salina para albergar a las aves, en el lugar denominado «El Membrillo» que se inunda merced a las mareas altas del Guadalquivir. Patos reales, garzas y volátiles en general, sacian la sed y el hambre, fuera del Parque, en la Isla del Arroz y ya dentro de Doñana en la Laguna de Mondaz, en la que abrevan ciervos, gamos y jabalíes.

Sólo dos pozos de los cuatro existentes en el Parque contienen hoy agua para abastecer a la avifauna. En lo que respecta a alimentación, las aves en general se encuentran abastecidas de la que le proporcionan los graneros de la Isla del Arroz, que ocupa una extensión de 100.000 hectáreas de marismas. Por el contrario, ciervos, gamos y jabalíes padecen un avanzado estado de desnutrición, pereciendo los jabatos más jóvenes.

En lo tocante a emigración de aves, a finales del presente mes, comenzarán a abandonar Doñana las estivales, únicas especies que en esta temporada han anidado en el Parque Nacional que, debido a la falta de lluvias, han ocupado en mínima cantidad el sistema marismeo.

PETROLEO EN ESPAÑA

EL YACIMIENTO DE CASTELLON HA PRODUCIDO 53.673 TONELADAS

Durante los seis primeros meses del presente año la cantidad de petróleo extraído en los yacimientos nacionales ha sido de 602.341 toneladas. De los yacimientos correspondientes a Eniensa, el principal fue Casablanca, que arrojó un total de 303.057 toneladas, seguido de El Dorada, con 166.698, y el de Amposta, con 47.412, según informaciones recogidas por medios económicos.

En cuanto a los yacimientos de Campsa, fue el de Castellón el que produjo 53.673 toneladas de petróleo, seguido del yacimiento Ayoluengo, que produjo 31.281 toneladas.

Por otra parte, cabe señalar que de los yacimientos situados en el extranjero —Argelia, Egipto, Libia y Dubai— se trajeron más de 2,2 millones de toneladas.

SONDEOS EN LA ZONA COSTERA ALICANTINA

La multinacional Esso tiene previsto desarrollar durante los próximos meses en España una serie de sondeos petrolíferos que estarán ubicados en el golfo de Cádiz, y en la zona costera alicantina, de esta forma la citada empresa reanuda sus trabajos de perforación en nuestro país, interrumpidos desde hace casi diez años, en que se hiciera un sondeo con resultado negativo, frente a la costa guipuzcoana.

Por otra parte, el Ministerio de Industria y Energía ha otorgado 20 permisos de investigación a Esso, denominados «Bética 1 a 20», con una superficie total superior a 800.000 hectáreas y que está situado en zonas de las provincias de Córdoba, Sevilla y Málaga.

220.000 MILLONES, VALOR DE LA PRODUCCION MINERA EN 1980

A 182.039 millones de pesetas asciende el valor de la producción minera española durante el año 80 de los cuales cerca de 90.000 millones de pesetas corresponden a la minería no energética. La minería española produjo 63 sustancias diferentes. De las cuales las de mayor valor en miles de millones de pesetas fueron por este orden, el lignito, la hulla, antracita, hierro y sales potásicas.

Según datos de la Dirección General de Minas, la aplicación del Pnamon y el Pen ha permitido que los valores actuales de la minería en lo referente a producción se hayan duplicado con relación a hace veinte años.

Desde la puesta en marcha de la Pnamon el crecimiento de la minería no energética ha sido de un 59 por 100 en pesetas corrientes y de un 19 por 100 en términos reales.

Por tipo de minerales, los metálicos han sido los de mayor auge, pasando de un valor de producción de 22.000 millones en 1978 a 41.800 en 1980. Los incrementos porcentuales de algunos minerales medidos en contenidos de metal han sido: plata, 67 por 100; mercurio, 50 por 100, y plomo, cinc y cobre, todos ellos por encima del 20 por 100.

EN SOLO DOS AÑOS DEL PEN

BAJA DE SIETE PUNTOS EN LA DEPENDENCIA DEL PETROLEO

El comisario de la Energía, Luis Magaña, afirmó el pasado mes de agosto, en la Universidad Menéndez Pelayo, de Santander, que se están recogiendo los primeros frutos de la política energética, y el más destacado es la baja de siete puntos en la dependencia del petróleo, de un 69 por 100 en 1979 se ha pasado a un 61 por 100 en la actualidad, y esto en sólo dos años desde la aplicación del Plan Energético Nacional.

Con respecto al próximo trienio, Magaña señaló el enorme esfuerzo en inversiones energéticas. Entre 1981 y 1984 las inversiones ascenderán a 2,1 billones de pesetas, a razón de unos 500.000 millones por año.

En lo que se refiere a la sustitución de petróleo por otras fuentes energéticas, el comisario de la Energía dijo que el ritmo de sustitución es positivo y que, en el futuro, el carbón nacional e importado va a tener una importancia incluso mayor que la prevista.

ABASTECIMIENTO

En cuanto a la estructura del abastecimiento energético nacional, será la siguiente en 1985: carbón sube algo sobre las previsiones iniciales, hasta el 24,6 por 100; el petróleo baja a un 48 por 100; el gas se mantiene en un 5,6 por 100; la energía nuclear baja algo (por retrasos en construcción de centrales) y queda en 10,8 por 100; la energía hidráulica se sitúa en el 10, y las nuevas energías (básicamente en bajas temperaturas) estarán en un 0,4 por 100. Estos criterios son los que la Comisaría de la Energía elevará al Gobierno para la revisión del Plan Energético Nacional.

En cuanto a los precios, Luis Magaña negó que se esté primando la energía, solamente el butano doméstico y los gasóleos agrícolas y pesqueros tienen subvención, que, por otra parte, está en los Presupuestos Generales del Estado.

«Se va a hacer un esfuerzo por parte de la Administración de la racionalización del esquema de precios energéticos.» Según el comisario de la Energía, estamos en relación con Europa en la banda alta en precios de gasolinas, en la banda intermedia de gasóleos y en la banda media alta en el fuel.

EN LA CONFERENCIA DEL MAR DE GINEBRA

LUCHA POR LOS FONDOS MARINOS

Los 150 países que participan en Ginebra en la Conferencia del Mar se encuentran divididos ante las diferentes opiniones que existen sobre el sistema de explotación de millones de toneladas de manganeso, níquel, cobre y cobalto que cubren la sexta parte de los fondos submarinos.

Estados Unidos pidió la revisión de toda la parte del proyecto de convención de Derecho del Mar, negociado en los últimos ocho años, relativa a la zona internacional de los océanos.

Los países del Tercer Mundo y las naciones socialistas

consideran que Estados Unidos quiere acaparar dichas riquezas, y piden que los consorcios mineros, que han comenzado la conquista de los océanos, suspendan su actividad.

La principal riqueza conocida de los océanos consiste en los yacimientos de «nódulos polimetálicos», que se encuentran en la superficie de los fondos submarinos.

Las reservas potenciales explotables se estiman en 23.000 millones de toneladas de nódulos, según un estudio de difusión limitada elaborado para la conferencia por expertos de las Naciones Unidas.

El informe estima que dichas reservas equivalen a 290 millones de toneladas de níquel, 240 de cobre, 60 de cobalto y 6.000 de manganeso.

El primer consorcio mundial dedicado a los océanos fue formado en 1974 por el grupo norteamericano especializado en el cobre Kennecott Corporation, que aportó el 50 por 100 del capital de Kennecott Group.

El proyecto de convención establece al respecto que los océanos y sus recursos «son patrimonio común de la humanidad», de los que no podrá apropiarse ningún Estado ni persona jurídica.

DISMINUYO EL CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA

En el primer semestre del presente año disminuyó en un 2,3 por 100 el consumo interior bruto de energía primaria, según datos del Centro de Estudios de la Energía.

En el citado informe se indica que en el período enero-junio de 1981 el consumo de energía primaria fue de 46,5 millones de toneladas de carbón equivalente.

Por productos, el consumo ha sido el siguiente:

— Petróleo energético: 29,1 millones de toneladas de carbón equivalente, frente a 30,7 millones del primer semestre del año anterior (descenso del 4,9 por 100).

— Carbón: 10,6 millones de toneladas, frente a 9,1 millones (aumento del 15,9 por 100).

— Energía hidráulica: 4 millones, frente a 5,7 (descenso relativo del 29,1 por 100).

— Gas natural: 1,35 millones de toneladas, frente a 1,34 (aumento del 1,2 por 100).

— Energía de procedencia nuclear: 1,3 millones de toneladas de carbón equivalente, frente a 147.000 en el primer semestre de 1980 (aumento del 79,8 por 100).

SONDEO DE HISPANOIL EN GUINEA ECUATORIAL

A finales del presente año está previsto que la empresa Hispanoil, perteneciente al INH, inicie un sondeo en aguas de Guinea Ecuatorial que sería el primero que realizase tras la campaña sísmica llevada a cabo en los pasados meses y en la que invirtió más de 600 millones de pesetas. Fuentes de esta empresa española han señalado que la ubicación exacta de este sondeo está todavía por realizar. Por otro lado, la plataforma con que se realizarán trabajos ha sido ya contratada.

GRUPO DE TRABAJO DE HISTORIA Y EPISTEMOLOGIA DE LA GEOLOGIA

PRIMERA CIRCULAR

Los aspectos históricos y epistemológicos de las Ciencias (y de la Geología en particular) suscitan en la actualidad en el mundo un interés creciente. También en España estos aspectos históricos y epistemológicos de la Geología están presentes en la tarea pedagógica e investigadora de muchos geólogos, tal como se puso de manifiesto en el Primer Simposium sobre la Enseñanza de la Geología (Madrid, octubre de 1980).

Con la colaboración del ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS (Santa Feliciano, 14, 1.º, Madrid-10), una docena de profesionales hemos iniciado la tarea de unir a todos los interesados en la HISTORIA Y EPISTEMOLOGIA DE LA GEOLOGIA a través de un Grupo de Trabajo. Este grupo, dado el carácter interdisciplinar del tema, está abierto a todos los interesados, sean o no geólogos.

En principio, los objetivos del grupo son modestos: intercambiar información bibliográfica, iniciar algún trabajo común, organizar seminarios internos, y si hay interés, convocar en el futuro un Simposio de Historia y Epistemología de la Geología.

Para organizar el Grupo se ha constituido una Secretaría provisional que radica en este momento en la Universidad de Zaragoza (Dep. de Paleontología, Fac. de Geología). Todos los interesados pueden remitir, sin compromiso, una ficha como la adjunta a la Secretaría provisional y esperamos que antes de diciembre de 1981 podremos remitir el primer boletín informativo con carácter gratuito y la primera relación de inscritos.

Rogamos asimismo se remitan nombres y direcciones de otras personas que podrían estar interesados en el tema.

Por la Secretaría:

Leandro Sequeiros

GRUPO DE TRABAJO DE HISTORIA Y EPISTEMOLOGIA DE LA GEOLOGIA

Deseo formar parte del GRUPO DE TRABAJO DE HISTORIA Y EPISTEMOLOGIA DE LA GEOLOGIA.

APELLIDOS

NOMBRE

DIRECCION

CIUDAD TELEF.

TEMAS que cree de interés

NOMBRES DE PERSONAS INTERESADAS

Remitir esta ficha a:

L. Sequeiros. Dep. de Paleontología.
Fac. de Ciencias (Geológicas). Universidad.
Zaragoza-9. Teléf. (976) 35 12 09.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA GENERAL

10877. **Homenaje a D. Luis Solé Sabarís.** DE TERAN, M., y LOPEZ GOMEZ, J.

Estud. Geogr. (1979), 40, núm. 156-157, 259-277, esp., ref. (170), bibl. IGME. Bibliografía personal, Luis Solé Sabarís.

10878. **La Canal de Berdún.** SOLE SABARIS, L.
Estud. Geogr. (1979), 40, núm. 156-157, 279-320, esp., bibl. IGME.

* Geomorfología, Valle, Paleogeografía, Orogenia hercínica, Red hidrográfica, Terraza, Vegetación, Valle de Berdún, Río Aragón, Provincia Huesca, Provincia Zaragoza.

10919. **El Museo de Geología, Museo Martorell, un siglo de historia.** MASRIERA, A.

El Museo de Geología, Museo Martorell, un siglo de historia (1978, 1-19, esp., ref. (22), bibl. IGME.

* Historia, Museo, Geología, 1878-1978, Barcelona cap. Provincia Barcelona.

11161. **Comunicaciones de las Segundas Reuniones Científicas.** SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MINERALOGIA.

Soc. Esp. Mineralogía, vol. extra (1979), núm. 2, 1-337, esp., ref. (Disem.), bibl. IGME.

* Reunión, Sevilla 1980, España.

11302-8. **Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en Alava, Guipúzcoa y Vizcaya.** INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en Alava, Guipúzcoa y Vizcaya (1980), pp. 1-107, esp., bibl. IGME.

* Informe actividad, IGME, Geología, Geotecnia, Prospección minera, Agua subterránea, Geotermia, Cartografía, Geología regional, Inventario, Carretera vía, Cantera, Sondeo, Prospección, Ensayo in situ, Ensayo laboratorio, Recursos minerales, Plomo sustancia, Cinc sustancia, Cobre sustancia, Hierro sustancia, Lignito, Sal gema, Uranio sustancia, Sustancia no metálica, Concesión minera, Agua termal, Fuente termal, Pozo agua, Análisis químico, Conductividad hidráulica, Ensayo bombeo, Sondeo geofísico, Sondeo eléctrico, Almacenamiento, Desecho sólido, Desecho líquido, Provincia Alava, Provincia Guipúzcoa, Provincia Vizcaya.

11309-15. **Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en Cantabria.** INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realiza-

das por el IGME en Cantabria (1980), pp. 1-69, esp., bibl. IGME.

* Informe actividad, IGME, Geotecnia, Prospección minera, Agua subterránea, Geotermia, Cartografía, Geología, Geología regional, Inventario, Geotecnia, Sondeo, Ensayo in situ, Ensayo laboratorio, Recursos minerales, Prospección minera, Plomo sustancia, Hierro sustancia, Cobre sustancia, Cinc sustancia, Uranio sustancia, Carbón, Sustancia no metálica, Reserva, Concesión minera, Aguas termales, Fuente termal, Recurso agua, Pozo de agua, Geofísica, Prospección, Sondeo geofísico, Sondeo eléctrico, Almacenamiento, Desecho sólido, Desecho líquido, Región Cantábrica.

ESTRATIGRAFIA

10854. **Nota preliminar sobre la existencia del Plioceno inferior marino, en Mallorca (Baleares).** COLOM, G.

Acta Geol. Hisp. (1980), 15, núm. 2, pp. 45-49, esp., res. fra., referencia (11), bibl. IGME.

* Plioceno inf., Medio marino, Marga, Paleogeografía, Fauna foraminífera, Fauna ostrácoda, Globorotalia, Cypri-deis, Baleares, Mallorca.

10908. **Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona.** CALZADA, S., y DE JAIME, J.

Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona (1978), pp. 1-38, esp., ref. (disem.), bibl. IGME.

* Excursión, Geología divulgación, Enseñanza, Trías, Mioceno, Provincia Barcelona, Cadena Costera Catalana.

10909. **Martorell.** CALZADA, S., y DE JAIME, J.

Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona (1979), pp. 5-7, esp., ref., (2), bibl. IGME.

* Pizarra, Primario, Argilita, Burdigaliense, Terraza, Erosión fluvial, Martorell, Río Llobregat, Provincia Barcelona, Cadena Costera Catalana.

10910. **La Rierussa. Gelida.** CALZADA, S., y DE JAIME, J.

Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona (1978), pp. 8-11, esp., ref. (2), bibl. IGME.

* Corte geológico, Mioceno superior, Sedimentación marina, Sedimentación continental, Medio deltaico, La Rierussa, Gelida, Provincia Barcelona, Cadena Costera Catalana.

10911. **Olesa de Montserrat (I).** CALZADA, S., y DE JAIME, J.

Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona (1978), pp. 12-17, esp., ref. (8), bibl. IGME.

* Corte geológico, Primario, Bunstsandstein, Muschelkalk, Keuper, Paleoceno, Fauna ammonite, Estructura sedimentaria, Sedimentación litoral, Medio litoral, Olesa de Montserrat, Provincia Barcelona, Cadena Costera Catalana.

10913. **El Figueró-La Trona.** CALZADA, S., y DE JAIME, J.

Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona (1978), pp. 21-25, esp., ref. (4), bibl. IGME.

* Corte geológico, Trías, Laguna, Terciario, Fauna, El Figueró, La Trona, Provincia Barcelona, Cadena Costera Catalana.

10914. **Borde oriental del Macizo de Garraf: Serie detrítica del Trías. Arrecife coralino miocénico. Paleogeografía miocénica.** CALZADA, S., y DE JAIME, J.

Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona (1978), pp. 26-28, esp., ref. (3), bibl. IGME.

* Primario, Discordancia, Trías, Arrecife, Paleogeografía, Mioceno, Macizo de Garraf., Provincia Barcelona, Cadena costera Catalana.

10915. **Pantano de Sau.** CALZADA, S., y DE JAIME, J.

Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona (1978), pp. 29-31, esp., ref. (2), bibl. IGME.

* Mioceno, Terciario, Arrecife, Sau, Provincia Barcelona, Cadena costera Catalana.

10916. **Travesía de Garraf. Serie de Trías. Paisaje kárstico sobre calizas cretácicas.** CALZADA, S., y DE JAIME, J.

Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona (1978), pp. 32-34, esp., ref. (3), bibl. IGME.

* Primario, Trías, Lapiaz, Dolina, Caliza, Cretáceo, Garraf. Provincia Barcelona, Cadena Costera Catalana.

10917. **Barcelona-Cardener, Valles del Llobregat y Cardener. Depresión Central Catalana.** CALZADA, S., y DE JAIME, J.

Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona (1978), pp. 35-38, esp., ref. (2), bibl. IGME.

* Primario, Trías, Eoceno, Morfología fluvial, Juselberg, Inversión relieve, Erosión, Diferencia, Cardona, Río Llobregat, Río Cardener, Provincia Barcelona, Cadena Costera Catalana.

11158. **Algunos caracteres lito-bioestratigráficos del silúrico de los Pirineos Centrales, España, Francia.** ARCHE, A., y BARBA, A.

Semin. estratigr. (1979), núm. 16, pp. 3-16, esp., ref. (20), bibliografía. IGME.

* Síntesis bibliográfica, Silúrico, Fauna graptolita, Pizarra, Corte geológico, Sedimentación geosinclinal, Pirineos, Pirineos Españoles.

11159. **El Jurásico de Arroyo Picastre, provincia de Valencia, Cordillera Ibérica.** GOMEZ, J. J.; GARCIA-QUINTANA, A., y HERNANDO-COSTA, S.

Semin. estratigr. (1979), núm. 12, pp. 17-27, esp., res. ing., ref. (9), bibl. IGME.

* Corte geológico, Jurásico, Fauna, Litofacies, Composición carbonato, Arroyo Picastre, Provincia Valencia, Macizo Ibérico.

11160. **Aportación al léxico estratigráfico de España.** BRELL, J. M.

Semin. estratigr. (1979), núm. 12, pp. 29-59, esp., ref. (60), bibl. IGME.

* Glosario, Nomenclatura, Estratigrafía, Formaciones, Miembros, Grupos, España.

GEOMORFOLOGIA

10879. **La vegetación como medio de información geológica.** SANZ HERRAIZ, C.

Estud. geogr. (1979), 40, núms. 156-157, pp. 465-469, esp., bibl. IGME.

* Teoría, Acción biógena, Vegetación, Climatología, Suelo, Geomorfología, Ecología.

11125. **Tres casos de impacto ambiental. Un embalse con central hidroeléctrica.** RODRIGUEZ PARADINAS, E.

Cuad. CIFCA (1980), núm. 4, pp. 45-63, esp., ref. (14), bibl. IGME.

* Presa, Central eléctrica, Estudio impacto medio, Geomorfología, Sedimentación actual, Erosión, Flora, Fauna, Atmósfera, Cijara, Provincia Badajoz.

11154. **Hacia una valoración del papel que juegan los condicionantes de caudales sólidos en la estabilidad de una playa.** CARAU, C.

Rev. Obras Públicas (1981), núm. 3.192, pp. 343-360, esp., referencia (14), bibl. IGME.

* Agresión, Playa, Sedimentación litoral, Medio litoral, Transporte, Sedimentación fluvial, Corriente litoral, Modelo, Modelo conceptual, Longitudinal, Rosas, Castellón-Burriana, El Maresme, Provincia Gerona, Provincia Castellón, Provincia Barcelona.

11216. **Observaciones sobre soliflucción en el alto valle del río Gállego.** CREUS NOVAU, J., y GARCIA RUIZ, J. M.

Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario (1977), núm. 6, pp. 57-64, esp., res. ing., ref. (7), bibl. IGME.

* Soliflucción, Influencia, Humedad, Granulometría, Composición arcillosa, Buzamiento, Vegetación, Cuaternario, Valle del Río Gállego, Portalet, Pirineo aragonés, Provincia Huesca.

11219. **Estudio preliminar de la zona comprendida entre Talavera de la Reina y Arenas de San Pedro; borde meridional de la Sierra de Gredos.** GARZON HEYDT, M. G.

Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario (1977), núm. 6, pp. 85-91, esp., res. ing., ref. (11), bibl. IGME.

* Geomorfología, Depresión, Cono de deyección, Terraza, Glacis, Micaesquisto, Granodiorita, Conglomerado, Arcosa, Morfodinámica, Cuaternario, Sierra de Gredos Meridional, Sierra San Vicente, Talavera de la Reina, Arenas de San Pedro, Provincia Avila, Provincia Toledo.

11228. **Los derrumbos de ladera en la sierra de «El Carche», Murcia.** LOPEZ ONTIVEROS, A., y MORALES GIL, A.

Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario (1977), núm. 6, pp. 137-150, esp., res. ing., bibl. IGME.

* Derrubio, Soliflucción, Caliza, Marga, Arenisca, Morfología, Clasificación, Cuaternario, Canchal, Diagrama de Poser, Sierra de «El Carche», Jumilla, Yecla, Provincia Murcia.

GEOLOGIA MARINA

10995. **Sección de Ciencias Físicas de los Océanos. COMISION NACIONAL DE GEODESIA Y GEOFISICA.**

Memoria de las actividades en el año 1979 (1980), pp. 145-154, esp., bibl. IGME.

* Informe actividad, Institución, Oceanografía, Reunión, Cooperativa técnica, 1979, Comisión Nacional Geodesia y Geofísica, España.

11188. **Estudio Mineralógico y Neontológico de sedimentos actuales del Mar Menor (Murcia).** LOPEZ AGUAYO, F.; MOLINA, E.; ORTEGA HUERTAS, M., y PINA, J. A.

Soc. Esp. Mineralogía, Vol. Extra (1979), núm. 2, pp. 327-337, esp., res. ing., ref. (12), bibl. IGME.

* Sedimentación actual, Medio agua poco profunda, Arena, Silt, Flora, Fauna foraminífera, Fauna gastrópoda, Fauna Ostrácoda, Fauna Pelecypodo, Composición mineralógica, Difracción RX, Diagrama de polvo, Mar Menor, Provincia Murcia.

11246. **Derrotero de las costas del Mediterráneo que comprende las Islas Baleares, la costa norte de Marruecos y la costa de Argelia.** INSTITUTO HIDROGRAFICO DE LA MARINA.

Derrotero de las costas del Mediterráneo que comprende las Islas Baleares, la costa norte de Marruecos y la costa de Argelia (1980), 2, núm. 3, pp. 1-261, esp., bibl. IGME.

* Morfología costa, Corriente, Marea, Profundidad, Línea rivera, Mar Mediterráneo, Baleares, Marruecos, Argelia.

GEOLOGIA DEL INGENIERO

10858. **Realizaciones, proyectos y demandas de información estadística ambiental.** MEDINA, A.

Bol. inf. Medio Ambiente (1980), núm. 16, pp. 28-49, esp., referencia (21), bibl. IGME.

* Protección medio ambiente, Ecología, Proyecto, Almacenamiento datos.

10859. **Las tasas de vertido.** CASTILLO, E.

Bol. inf. Medio Ambiente (1980), núm. 16, pp. 71-73, esp., bibliografía. IGME.

* Protección medio ambiente, Política estado, Subvención, Industria.

10860. **Resumen de la labor realizada en los espacios naturales protegidos durante los años 1978-79-80.** ICONA.

Bol. inf. Medio Ambiente (1980), núm. 16, pp. 74-80, esp., bibliografía. IGME.

* Política estado, Protección medio ambiente, 1978-1980, Parque nacional, España.

10863. **Macrobentos infaunal de la ría de Pontevedra.** LOPEZ IAMAR, E.

Bol. Inst. Esp. Oceanogr. (1978), 4, núm. 4, pp. 111-130, esp., res. ing., ref. (24), bibl. IGME.

* Sedimento marino, Sedimento actual, Contaminación, Materia orgánica, Batimetría, Muestreo, Granulometría, Biomasa, Infauna, Ría de Pontevedra, Provincia Pontevedra.

10872. **La formación ambiental universitaria.** *Cuad. CIFCA* (1980), núm. 20, pp. 13-144, esp., ref. (36), bibl. IGME.

* Protección medio ambiente, Enseñanza, Programa, Desarrollo, Investigación, Planificación.

10873. **Derecho, medio ambiente y desarrollo.** FERNANDEZ RODRIGUEZ, T. R.

Cuad. CIFCA (1980), núm. 21, pp. 85-100, esp., bibl. IGME.

* Protección medio ambiente, Política estado, Legislación.

10881. **Contribución del estudio de rocas y materiales sedimentarios a la ordenación del territorio.** ORDOÑEZ, S., y CALVO, J. T.

Estudios Territoriales (1981), núm. 1, pp. 91-99, esp., ref. (7), bibl. IGME.

* Planificación, Planificación regional, Roca sedimentaria, Utilización sustancia, Producción, Modelo, Modelo conceptual, España.

10882. **Diagnóstico de situación de infraestructuras y equipamiento a nivel territorial.** GONZALEZ PAZ, J.

Estudios Territoriales (1981), núm. 1, pp. 101-126, esp., ref. (12), bibl. IGME.

* Planificación, Recursos agua, Red hidrográfica, Presa hormigón, Metodología, Regulación, España.

10883. **Espacios naturales y ordenación del territorio.** ORTUNO, F.

Estudios Territoriales (1981), núm. 1, pp. 197-207, esp., bibl. IGME.

* Planificación, Planificación regional, Protección medio ambiente, Política estado, Legislación, España, Mundo.

10890. **Conferencia sobre «Residuos de contaminación»** ENSEÑAT, A.

Medio ambiente (Madr.) (1978), núm. 24, pp. 42-45, esp., bibl. IGME.

* Legislación, Contaminación, Desecho industrial, Desecho doméstico, Volumen, Almacenamiento, España.

10893. **Metodología del Plan Director para la gestión de los residuos sólidos urbanos e industriales de la provincia de Valencia.**

Minerpress (1981), núm. 47, p. 7, bibl. IGME.

* Desecho doméstico, Desecho industrial, Gestión, Protección medio ambiente, Programa, Previsión, Provincia Valencia.

10922. **Informe sobre el emplazamiento de un vertedero de residuos sólidos urbanos en Antequera.** IGME.

Informe sobre el emplazamiento de un vertedero de residuos sólidos urbanos en Antequera, 7, bibl. IGME.

* Desecho doméstico, Almacenamiento, Protección medio ambiente, Antequera, Provincia Málaga.

10956. **Aislamiento de residuos radiactivos en el Precámbrico sueco.** LINOBLUM, E.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 4, núm. 2, pp. 535-540, esp., bibl. IGME.

* Proyecto, Almacenamiento subterráneo, Desecho radioactivo, Protección medio ambiente, Modelo físico, K.B.S., Suecia.

10957. **Seguridad en las centrales nucleares y su impacto ambiental.** LOPEZ ARANGUREN, J.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 4, núm. 2, pp. 541-550, esp., bibl. IGME.
* Central nuclear, Elección de sitio, Protección medio ambiente, Radioactivo, Contaminación térmica, España.
10975. **Algunas aplicaciones de la geología como infraestructura medio ambiental.** LOPEZ VILCHEZ, L., y LUCIUS, A.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 191-200, esp., ref. (7), bibl. IGME.
* Geología medio ambiente, Metodología, Catástrofe natural, Acción preventiva.
10976. **Mecánica de rocas salinas en la mina Potasas del Llobregat.** MALLANA, M.; RAMOS, S.; RAMIREZ ORTEGA, A., y EDO, J.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 201-227, esp., ref. (6), bibl. IGME.
* Mecánica roca, Potasio, Ensayo in situ, Ensayo laboratorio, Compresión triaxial, Subsistencia, Mina, Provincia Barcelona.
10977. **Crterios de diseño de la escombrera de la Matona.** ROMANA, M., y CEDRUN, G.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 229-243, esp., bibl. IGME.
* Cielo abierto, Desecho industrial, Almacenamiento, Granulometría, Estabilización, Drenaje terreno, Sama de Langreo, Asturias.
10978. **Caracterización Geomecánica y constructiva de las principales formaciones del área urbana de Huelva.** AYALA, F. J.
Jornada minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 245-279, esp., bibl. IGME.
* Mecánica suelo, Ensayo in situ, Ensayo laboratorio, Penetrometría, Compresión simple, Fundación, Estabilidad, Planificación urbana, Huelva, Provincia Huelva.
10979. **Casos reales en estabilidad de taludes en minas de cielo abierto.** PENTZ, D.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 281-292, esp., bibl. IGME.
* Cielo abierto, Estabilización, Falla, Fractura, Agua subterránea, Desagüe mina Talus, Bougainville, Papouasie, Nueva Guinea.
10980. **Las evaluaciones de impacto ambiental en las actividades mineras. Directrices metodológicas.** CORDERO, L.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 293-299, esp., ref. (3), bibl. IGME.
* Programa, Protección medio ambiente, Mina.
10981. **Tratamiento de aguas residuales en los lavaderos de carbón.** PERALTA, C.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 301-328, esp., ref. (5), bibl. IGME.
* Carbón, Concentración gravimétrica, Agua contaminada, Depuración.
10982. **Influencias ambientales de la instalación y aprovechamiento de centrales térmicas y parques de almacenamiento de carbón.** CRESPO, A., y LOPEZ VILCHEZ, L.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 329-346, esp., ref. (8), bibl. IGME.
* Central eléctrica, Carbón, Almacenamiento, Contaminación, Gas sulfuroso, Gas carbónico, Nitrógeno, Oxido, Desecho líquido, Central térmica.
10983. **Eliminación de líquidos residuales en plantas industriales. Sondeos profundos.** FERNANDEZ-ESPINAR, L. C.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, esp., pp. 347-364, esp., bibl. IGME.
* Desecho industrial, Sondeo, Inyección, Metodología.
10984. **Influencia del karst salino de Cardona en la salinidad del río Cardona (Barcelona).** FERNANDEZ RUBIO, R.; MALLANA USTARA, M., y RAMIREZ ORTEGA, A.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 365-387, esp., ref. (4), bibl. IGME.
* Roca química, Diapirismo, Anticlinal, Eoceno sup. Bartonense, Karst, Agua contaminada, Salinidad, Hidrología superficie, Lluvia, Balance agua, Río Cardoner, Provincia Barcelona.
10985. **Metodología de la inyección de efluentes en el subsuelo y análisis de posibilidades en el Valle del Guadalquivir.** SIGUENZA, J.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 389-397, esp., bibl. IGME.
* Desecho industrial, Inyección, Metodología, Acuífero, Almacenamiento subterráneo, Trias, Jurásico, Neógeno, Cuenca Guadalquivir.
10986. **Descontaminación de las aguas de corta en mina Fe.** GOMEZ JAEN, J. P.; HERRERO PAYO, J.; OTERO, J., y VILLORIA, A.
Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 399-414, esp., ref. (4), bibl. IGME.
* Cielo abierto, Mineral radioactivo, Solubilidad, Agua contaminada, Depuración, Metodología, Provincia Salamanca.

PALEONTOLOGIA. GENERALIDADES

11134. **El yacimiento Achelense de Pinedo, Toledo.** QUEROL, M. A., y SANTONJA, M.
Excavaciones Arqueológicas en España (1979), núm. 106, pp. 11-181, esp., ref. (Disem.), bibl. IGME.
* Terraza, Arqueología, Achelense, Río Tajo, Pinedo, Provincia Toledo.
11135. **El yacimiento Achelense de Pinedo, Toledo. I. Introducción general.** QUEROL, M. A., y SANTONJA, M.
Excavaciones Arqueológicas en España (1979), núm. 106, pp. 11-18, esp., ref. (19), bibl. IGME.
* Terraza, Arqueología, Achelense, Búsqueda científica, Río Tajo, Pinedo, Provincia Toledo.
11138. **El yacimiento Achelense de Pinedo, Toledo. IV Industria Lítica.** QUEROL, M. A.; SANTONJA, M.; RUS, I., y PEÑA, J. L.

- Excavaciones Arqueológicas en España* (1979), núm. 106, pp. 43-174, esp. ref. (81), bibl. IGME.
* Arqueología, Achelense, Sílex, Cuarzita, Cuarzo, Geometría, Dimensión, Clasificación, Estadística, Río Tajo, Pinedo, Provincia Toledo.

PALEONTOLOGIA DE LOS INVERTEBRADOS

10864. **El zooplancton de la Ría de Arosa.** CORRAL, J., y ALVAREZ-OSORIO, M. T.
Bol. Inst. Esp. Oceanogr. (1978), 4, núm. 4, pp. 133-177, esp., res. ing., bibl. IGME.
* Plancton, Zooplancton, Muestreo, Microfauna, Variación espacial, Variación temporal, Contaminación, Diversidad especies, Estadística, Ría de Arosa, Provincia Pontevedra.
11112. **Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los Moluscos pliocénicos del Bajo Llobregat y Llano de Barcelona. 3.ª parte: Ordenes Colloconchida e Isofilibranchida.** CUANCA ANAYA, A. M.
Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol. (1981), 78, números 3-4, pp. 243-261, esp., res. ing., ref. (41), bibl. IGME.
* Taxinomia, Ostreacea, Arcina, Plioceno, Colloconchida, Isofilibranchida, Bajo Llobregat, Llano de Barcelona, Provincia Barcelona.
11115. **Sobre la presencia del Tortoniense y Messiniense en Osuna, Sevilla.** FRANCO PARENTE, M. C., y DIAZ ESTEVEZ, M. G.
Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol. (1981), 78, números 3-4, pp. 291-295, esp., res. ing., ref. (6), bibl. IGME.
* Fauna foraminífero, Fauna específica, Marga, Tortoniense, Mioceno sup., Mesiniense, Osuna, Provincia Sevilla.

PALEONTOLOGIA DE LOS VERTEBRADOS

10855. **La asociación de Hispanomys y Cricetodon (To-dentia, Mammalia) en el Mioceno Superior del Valles-Penedes (Cataluña, España).** AGUSTI BALLESTER, J.
Acta Geol. Hisp. (1980), 15, núm. 2, pp. 51-60, esp., res. ing., referencia. (1 p.), bibl. IGME.
* Miomorfa, Taxon nuevo, Mioceno sup., Cricetodon, Hispanomys dispectus, Hostalets de Pierola, Valles-Penedes, Provincia Barcelona.
11116. **Consideraciones generales sobre los Suidos gigantes del Vallesense.** GOLPE POSSE, J. M.
Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol. (1981), 78, números 3-4, pp. 297-302, esp., res. fra., ref. (28), bibl. IGME.
* Suiformes, Mioceno sup., Vallesense, Síntesis Bibliográfica, Microstonyx, España.

11137. **El yacimiento Achelense de Pinedo; Toledo. III. Estudio Paleontológico.** SOTO, E.
Excavaciones Arqueológicas en España (1979), núm. 106, pp. 36-42, esp., ref. (4), bibl. IGME.
* Rumminantia, Cervus, Mandíbula, Suiformes, Hippopotamus, Diente, Fauna vertebrados, Mioceno sup., Plioceno, Pleistoceno inf., Cervus Elephus, Hippopotamus Amphibius, Río Tajo, Pinedo, Provincia Toledo.

PALEBOTANICA

11109. **Los microfósiles vegetales del Cretácico superior de Torrelaguna, Madrid.** ALVAREZ-RAMIS, C., y DOUBINGER, J.
Bol. R. Soc. Esp. Nat., Secc. Geol. (1981), 78, números 3-4, pp. 205-215, esp., res. fra., ref. (16), bibl. IGME.
* Microfósil, Flora, Palinología, Medio litoral, Medio costero, Cretáceo sup., Torrelaguna, Provincia Madrid.
11119. **Revisión del género Hemidiscoaster Tan Sin Hok.** SAN MIGUEL ARRIBAS, M.
Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol. (1981), 78, números 3-4, pp. 329-334, esp., res. ing., ref. (13), bibl. IGME.
* Algas, Coccolithus, Hemidiscoaster Tan Sin Hok.
11144. **La Cueva del Asno, Los Rábanos, Soria. Campañas 1976-1977, VII Palinología, VIII La Fauna, IX Los restos humanos. Paleoserología.** EIROA, J. J.
Excavaciones Arqueológicas en España (1979), núm. 107, pp. 53-68, esp., bibl. IGME.
* Palinología, Playnodiagrama, Análisis polínico, Bacteria, Hongo, Vegetación, Fauna vertebrados, Antropología, Esqueleto, Cueva del Asno, Los Rábanos, Provincia Soria.
11227. **Análisis polínico de una turbera postglaciar en el alto valle del Gállego, Aragón.** MARTI BONO, C. E., y MENENDEZ AMOR, J.
Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario (1977), núm. 6, pp. 157-165, esp., res. ing., ref. (11), bibl. IGME.
* Turbera, Paleolimnología, Paleoclimatología, Cuaternario, Portalet de Anea, Río Gállego, Pirineo Aragónés, Provincia Huesca.

TECTONICA

10907. **Un ejemplo de análisis estadístico de la fracturación en un macizo kárstico.** BENAVENTE HERRERA, J.
Tecniterrae (1980), núm. 37, pp. 51-65, esp., res. ing. fra., referencia (2 p), bibl. IGME.
* Fracturación, Karst, Caliza, Dolomía, Cenomaniense, Método estadístico, Fotografía aérea, Microtectónica, Provincia Jaén.

10912. **Olesa de Montserrat (2).** CALZADA, S., y DE JAI-ME, J.

Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona (1978), pp. 18-20, esp., ref. (2), bibl. IGME.

* Milonita, Falla, Falla normal, Mioceno, Olesa de Montserrat, Provincia Barcelona, Cadena Costera Catalana.

HIDROGEOLOGIA

10964. **Hidrogeoquímica del borde occidental de Sierra Nevada.** AGUILAR, A.; LACHIA, M.; YANEZ, J.; FERNANDEZ RUBIO, R., y PULIDO, A.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 1-19, esp., ref. (2 p.), bibl. IGME.

* Acuífero, Transmisibilidad, Permeabilidad, Hidroquímica, Representación gráfica, Calidad agua, Provincia Granada, Zona bética.

10965. **Sistema acuífero correspondiente a la unidad mezoica Gijón-Villaviciosa.** MARTINEZ FRESNEDA, F.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 21-32, esp., bibl. IGME.

* Acuífero, Sistema multicapa, Mapa isopacas, Jurásico, Corte geológico, Asturias.

10966. **Sistema acuífero correspondiente a la unidad mesoterciaria Oviedo-Cangas de Ons.** MARTINEZ FRESNEDA, F.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 33-43, esp., bibl. IGME.

* Acuífero, Balance agua, Lluvia, Terciario, Cretáceo, Corte geológico, Asturias.

10967. **Características hidrogeológicas del sector nororiental del sistema núm. 52.** CASTILLO PEREZ, E. I.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 45, esp., ref. (5), bibl. IGME.

* Acuífero, Permeabilidad, Sondeo, Caudal, Piezometría, Secundario, Mioceno, Cuaternario, Provincia Valencia.

10968. **Establecimiento de una red de control para la situación de la zona de mezcla en acuíferos detríticos costeros. Aplicación a los acuíferos de Pago y Jávea (Alicante).** RODRIGUEZ HERNANDEZ, L.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 65-79, esp., ref. (6), bibl. IGME.

* Acuífero, Interfase, Acción preventiva, Ion cloruro, Jávea, Provincia Alicante.

10969. **Análisis hidrodinámico de la incidencia de la explotación en los acuíferos costeros. Almacén subterráneo detrítico infrayacente a IV planta siderúrgica integral de Sagunto.** BARBA-ROMERO, J.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 81-98, esp., bibl. IGME.

* Acuífero, Interfase, Acción preventiva, Conductividad eléctrica, Bombeo, Caudal, Ecuación matemática, Sagunto, Provincia Valencia.

10970. **Estudio hidrogeológico del cretácico situado entre Santa María de las Hoyas y el alto de Peña Cruz (Soria).** CANDIL, J., y LOPEZ VILCHEZ, L.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), pp. 99-118, esp. ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Acuífero, Balance agua, Karst, Hidrología superficie, Jurásico, Cretáceo, Terciario, Cuaternario, Corte geológico, Caudal, Provincia Soria.

10971. **Sistemas hidrogeológicos de los Picos de Europa. Consideraciones sobre un eventual mejor aprovechamiento energético de los acuíferos.** VIRGOS, L. I.; PENDAS, F., y ARQUER, F.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 119-137, esp., bibl. IGME.

* Acuífero, Presa subterránea, Primario, Roca carbonatada, Karst, Orogenia hercínica, Escala, Infiltración, Hidrograma, Gestión recurso agua, Asturias.

10972. **Una posible organización administrativa para las aguas en España.** SENENT, M.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 139-159, esp., bibl. IGME.

* Agua, Política estado, Institución, Planificación, Programa, España.

10974. **Contribución de las diagráfias al estudio de medios detríticos. Aplicación a un sector de la plana de Castellón.** BARBA ROMERO, J.; CASTILLO, E., y LOPEZ GETA, J. A.

Jornadas minerometalúrgicas, Huelva (1980), 5, pp. 179-189, esp., bibl. IGME.

* Acuífero, Roca clástica, Interfase, Diagráfia gamma, Ciclo sedimentario, Provincia Castellón, Provincia Valencia.

MINERALOGIA. GENERALIDADES

10856. **Nota referente a la bibliografía sobre los boratos y nitratos de Cataluña.** MONTURIOL POU, J., y MATA PERELLO, J. M.

Acta Geol. Hisp. (1980), 15, núm. 2, pp. 61-62, esp., ref. (9), bibl. IGME.

* Inventario, Bibliografía, Nitrato, Borato, Cataluña.

10944. **Introducción a los minerales de España.** GALAN, E. y MIRETE, S.

Introducción a los Minerales de España (1979), pp. 1-420, esp., ref. (73), bibl. IGME.

* Tratado, Mineralogía, Génesis yacimiento, Inventario, España.

11110. **Sobre las direcciones de dilatación nula en los cristales.** AMOROS, J. L., y MARTIN-VIVALDI, J. L.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol. (1981), 78, núms. 3-4, pp. 217-226, esp., res. ing., ref. (4), bibl. IGME.

* Dilatación, Temperatura, Cristal, Cristalografía, Dirección, Coeficiente de dilatación, Cuerpo de dilatación.

11162. **El marco físico de la morfología mineral.** RODRIGUEZ CLEMENTE, R., y PRIETO RUBIO, M.

Soc. Esp. Mineralogía, Vol. Extra. (1979), núm. 2, pp. 23-34, esp., res. ing., ref. (11), bibl. IGME.

* Cristal, Morfología, Estructura cristalina, Crecimiento cristalino, Velocidad, Defecto cristalino, Saturación, Simulación, Factor de Jackson's.

11163. **Luminiscencia en thaluros alcalinos.** AGUILAR, M.; LOPEZ, F. J., y JAQUE, F.

Soc. Esp. Mineralogía, Vol. Extra. (1979), núm. 2, pp. 41-52, esp., res. ing., ref. (20), bibl. IGME.

* Halogenuros, Luminiscencia, Termoluminiscencia, Temperatura, Espectro, Energía activación, Radioluminiscencia, Espectro emisión.

11165. **Luminiscencia en el Aragonito de Minglanilla (Cuenca).** CALDERON, T.; DE LA HERA, M. F.; AGUILAR, M., y COY-YLL, R.

Soc. Esp. Mineralogía, Vol. Extra. (1979), núm. 2, pp. 53-65, esp., res. ing., ref. (17), bibl. IGME.

* Aragonito, Termoluminiscencia, Luminiscencia, Temperatura, Energía activación, Espectro, Análisis mayores, Propiedad óptica, Color, Carbonato, Radioluminiscencia, Espectro emisión.

11166. **Algunos aspectos del color de los diamantes.** VENDRELL-SAZ, M., y NOGUES CARULLA, J. M.

Soc. Esp. Mineralogía, Vol. Extra. (1979), núm. 2, pp. 67-74, esp., res. ing., ref. (11), bibl. IGME.

* Gema, Diamante, Propiedad óptica, Color, Clasificación, Metodología, Elemento nativo, Sistema CIE, Diagrama cromático.

11167. **Estudio comparativo de diversos mecanismos de Deshidratación de Goetita.** CORNEJO, J., y RENDON, J. L.

Soc. Esp. Mineralogía, Vol. Extra. (1979), núm. 2, pp. 75-80, esp., res. ing., ref. (11), bibl. IGME.

* Goetita, Hematita, Alteración térmica, ATG, Deshidratación, Ecuación matemática, Oxido, Análisis cinético.

11168. **Estudio de la reversibilidad de la adsorción de fosfato por Goetita.** MADRID, L.

Soc. Esp. Mineralogía, Vol. Extra. (1979), núm. 2, pp. 81-87, esp., res. ing., ref. (11), bibl. IGME.

* Fosfato, Goetita, Disolución, Concentración, Adsorción, Metodología, Reversibilidad.

11171. **Caracterización de minerales laminares de 14 Å tipo Vermiculita.** JUSTO ERBEZ, A.; PEREZ RODRIGUEZ, J. L.; MAQUEDA, C.; POYATO, J., y GARCIA RAMOS, G.

Soc. Esp. Mineralogía, Vol. Extra. (1979), núm. 2, pp. 119-125, esp., res. ing., ref. (9), bibl. IGME.

* Clorita, Vermiculita, Silicato, Análisis químico, Difracción RX, Diagrama de polvo, Grupo clorita, 14 Å.

11172. **Caracterización de una esmectita trioctaédrica.** BERNAL, A.; PEREZ RODRIGUEZ, J. L.; MAQUEDA, C., y RODRIGUEZ RUBIO, P.

Soc. Esp. Mineralogía, Vol. Extra. (1979), núm. 2, pp. 127-133, esp., res. ing., ref. (6), bibl. IGME.

* Esmectita, Arcilla mineral, Difracción RX, Diagrama de polvo, ATD, Capacidad cambio catión, Análisis químico, Dato mineral, Espectrometría IR.

11174. **Mineralogía de los asbestos de Tremolita y Serpentina de la zona de Calera de León.** VALERO SAEZ, A.; GONZALEZ GARCIA, F.; GARCIA RAMOS, G., y COY-YLL, R.

Soc. Esp. Mineralogía, Vol. Extra. (1979), núm. 2, pp. 151-166, esp., res. ing., ref. (5), bibl. IGME.

* Asbesto sustancia, Tremolita, Anfíbol, Grupo serpentina, Análisis químico, ATD, ATG, Difracción RX, Diagrama de polvo, Composición mineralógica, Calera de León, Provincia Badajoz.

PROPIEDADES FISICAS DE ROCAS SEDIMENTARIAS

10901. **Estudio sedimentológico del terciario continental en el borde de la Cuenca del Guadiana, al N. de Badajoz.** SANTOS GARCIA, J. A., y CASA RUIZ, J.

Tecniterrae (1980), núm. 37, pp. 7-21, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Petrología roca sedimentaria, Sedimentación continental, Medio continental, Granulometría, Difracción RX, Arcilla, Transporte, Mioceno, Plioceno, Corte geológico, Canto rodado, Villar del Rey, Roca de la Sierra, Provincia Badajoz.

PETROLOGIA DE ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS

10688. **Aplicaciones del parámetro Q (grado de polimerización) a algunos problemas del plutonismo ácido en la Península Ibérica.** SAAVEDRA, J.

Tecniterrae (1980), núm. 35, pp. 17-22, esp., res. ing., ref. (12), bibl. IGME.

* Magmatismo, Magma ácido, Viscosidad, Batolito, Plutón, Estaño sustancia, Tungsteno sustancia, Análisis menores, Análisis elemento traza, Hierro, Rubidio, Parámetro Q, Hercínico Sur.

10689. **Nota sobre la distribución de Ni y Co en los productos de alteración de algunas rocas cristalinas del Sistema Central.** YUSTA, A.

Tecniterrae (1980), núm. 35, pp. 23-25, esp., res. ing., ref. (4), bibl. IGME.

* Granito, Micaesquisto, Alteración meteórica, Análisis menores, Fotometría, Níquel, Cobalto, Fotometría llama, Sodio, Hercínico Centro.

10771. **Fenómenos de endomorfismo, metamorfismo y metasomatismo en los mármoles de la Rivera de Cala (Sierra Morena).** CASQUET MARTIN, C.

Tesis doctoral (1980), pp. 1-298, esp., ref. (19 p.), bibl. IGME.

* Batolito, Roca ígnea, Stock, Dique, Roca carbonatada,

Grauwaca, Pizarra, Skarn, Clasificación, Metamorfismo contacto, Contaminación magmática, Metasomatismo, Iso-grada, Facies metamorfismo, Epigénesis, Singénesis, Cámbrico, Prospección geoquímica, Composición mineralógica, Textura, Cristalización fraccionada, Morfología, Zonalidad, Microsonda, Análisis químico, Granate, Diópsido, Anfibolita, Epidota, Orogenia hercínica, Tectónica superpuesta, Cabalgamiento, Rivera de Cala, Sierra Morena, Provincia Badajoz, Provincia Sevilla, Provincia Huelva, Hercínico Sur.

SILICATOS

10631. **Aplicación de la espectroscopia de infrarrojo al estudio de la deshidroxidación de micas. Influencia sobre las cristalizaciones orientadas.** MEDINA, J. A., y MARTIN PATINO, T.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol. (1980), 78, núms. 1-2, pp. 141-156, esp., res. ing., ref. (10), bibl. IGME.

* Moscovita, Biotita, Flogopita, Grupo mica, Espectrometría IR, Dato, Epitaxia.

NO SILICATOS

10687. **Míneralogía y Geoquímica de las bentonitas de la zona Norte del Cabo de Gata (Almería).** REYES, E.; HUERTAS, F., y LINARES, J.

Tecniterrae (1980), núm. 35, pp. 7-16, esp., res. ing., ref. (8), bibl. IGME.

* Bentonita, Arcilla mineral, Composición mineralógica, Esmectita, Análisis mayores, Difracción RX, Constante reticular, Parámetro cristalino, Capacidad cambio catión, Cristaloquímica, Estructura cristalina, Norte del Cabo de Gata, Las Hortichuelas, Bornos, Agua Amarga, El Plomo-Cala-Montoya, Provincia Almería.

SUELOS

10358. **Influencia de la concentración de Calcio en la disolución equilibrante sobre los parámetros Q/I, de Potosio.** BOLARIN, M. C.; FERNANDEZ, F. C., y ROMERO, M.

An. edafol. agrobiol. (1980), 39, núms. 1-2, pp. 203-216, esp., res. ing., ref. (16), bibl. IGME.

* Suelo calizo, Influencia, Calcio, Catión, Disolución, Potasio, Ensayo laboratorio, Estadística, Relación Q/I.

10359. **Programa de ordenador para automatizar la aplicación de un sistema de evaluación de suelo.** DE LA ROSA, D., y ALMORZA, J.

An. edafol. agrobiol. (1980), 39, núms. 1-2, pp. 297-300, esp., ref. ing., ref. (4), bibl. IGME.

* Ordenador, Suelo, Calidad, Evaluación suelo.

10360. **La presencia de Gibbsita en suelos de climas templados. Una revisión de los conocimientos actuales.** MACIAS VAZQUEZ, F., y GUITIAN OJEA, F.

An. edafol. agrobiol. (1980), 39, núms. 1-2, pp. 301-341, esp., res. ingr., ref. (7 p.), bibl. IGME.

* Gibbsita, Oxido, Génesis, Termodinámica, Paragénesis, Estructura cristalina, Propiedad física, Dato mineral, Zonografía suelo, Zona tropical, Suelo ferralítico.

10472. **Els sols i la vegetació dels països Catalans.** ORIOL DE BOLOS I CAPDEVILA.

Muntanya (1979), 87, núms. 7-1, pp. 321-326, esp., bibl. IGME.

* Suelo, Erosión suelo, Alteración, Edafología, Vegetación, Provincia Alicante, Provincia Valencia, Provincia Castellón, Provincia Tarragona, Provincia Barcelona.

MAPAS

10880. **Los fondos cartográficos españoles.** OLIVERA POLL, A., y ABELLAN GARCIA, A.

Estud. Geogr. (1979), 40, núms. 156-157, pp. 501-509, esp., bibl. IGME.

* Informe actividad, Cartografía, Inventario, España.

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, deberá venir leído por el autor y perfectamente puntuado y con las correcciones de las erratas de mecanografía que fuesen precisas. 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 española 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.

Idiomas.

Excepcionalmente podrán publicarse trabajos en otros idiomas (preferiblemente inglés o francés), siempre que abarquen temas sobre España y sean de autores extranjeros.

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 modificación alguna, adición o supresión 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 30 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá hacerlo constar por escrito 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.º 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.

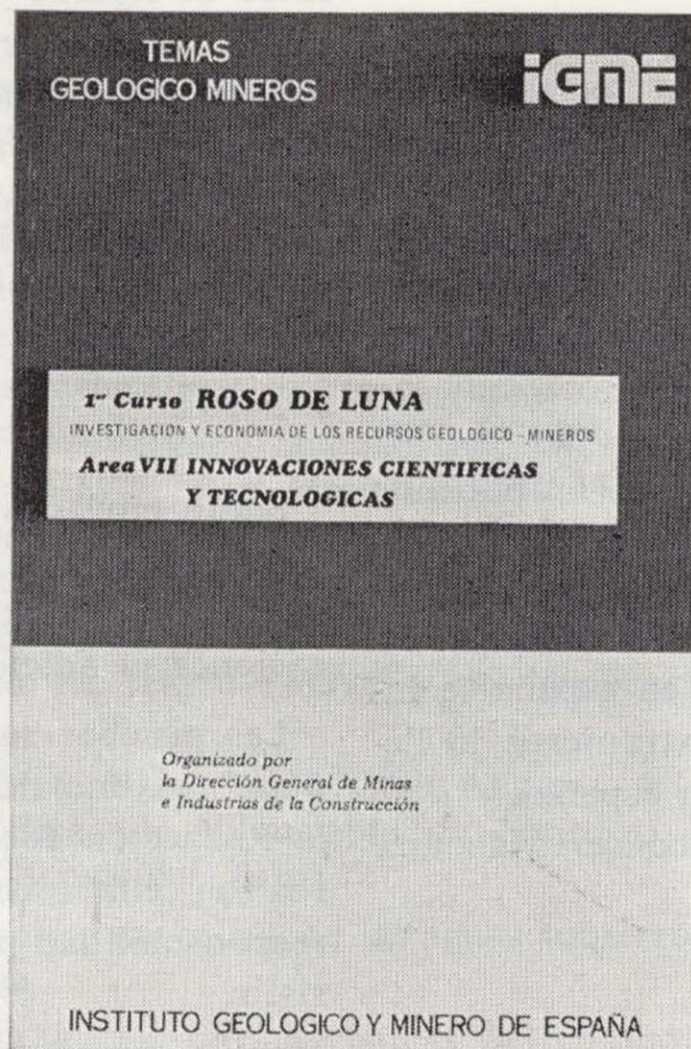
Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros.

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.

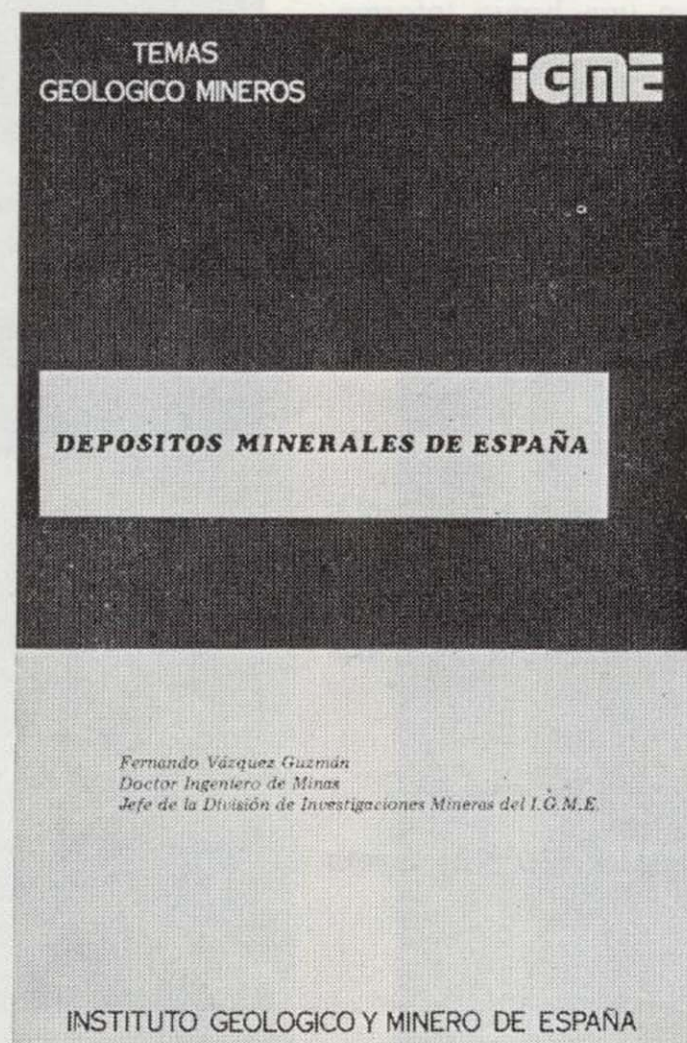
2. LA GEOLOGIA.—Dominio Hercínico: El Macizo Hespérico. **Dominios de plataforma y cordilleras de tipo intermedio:** Las Depresiones Terciarias de la Meseta, La Cordillera Ibérica, La Cuenca del Ebro, Las Cadenas Costeras Catalanas. **Dominio Alpino:** La Cordillera Bética, La Cordillera Pirenaica, La 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 Trasilón (Cáceres), Depósito de tipo aluvial. Mina «Santa María» (Cáceres), Mina «La Parrilla» (Badajoz), Depósitos de Sn. de la Sierra de Cartagena. **Bismuto:** Distrito de Córdoba. **Mercurio. Antimonio:** Distrito de Alburquerque Herrera del Duque. **Uranio:** Depósitos de Ciudad Rodrigo (Salamanca) y de Don Benito (La Serena, Badajoz). **Hierro:** Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorrostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Menera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar - Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas 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 Metalogenia 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 Metalogenia 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:

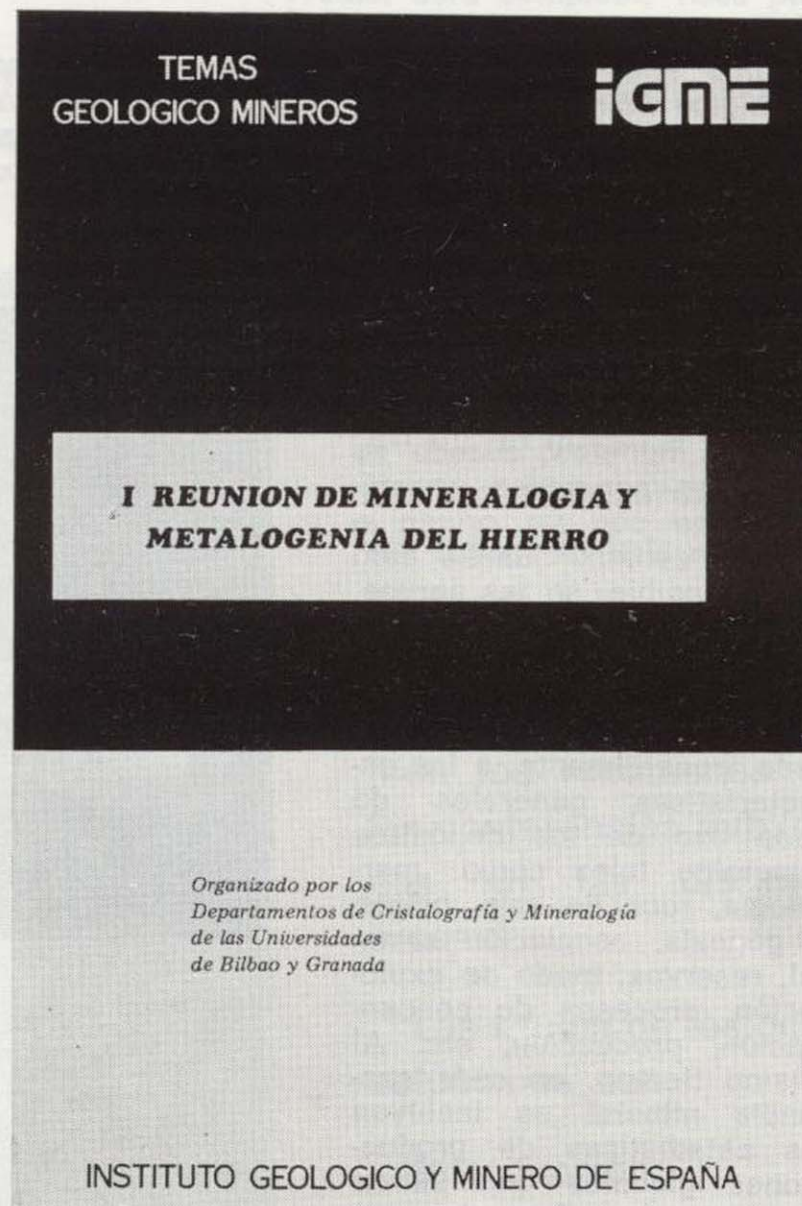
- Mineralizaciones de skarn Olivenza-Monesterio.
- La reserva de Alanis (Cerro Muriano).
- La reserva SW desde la provincia de Córdoba hasta la frontera de Portugal.

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. Metalogenia y Geología de las mineralizaciones de hierro oolítico del NW de la Península. Por: R. Lunar Hernández.
7. Mineralogía y Mineralogénesis del yacimiento de hierro de Ojos Negros (Teruel y Guadalajara) Por: C. Fernández-Nieto y F. Arrese Serano.

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

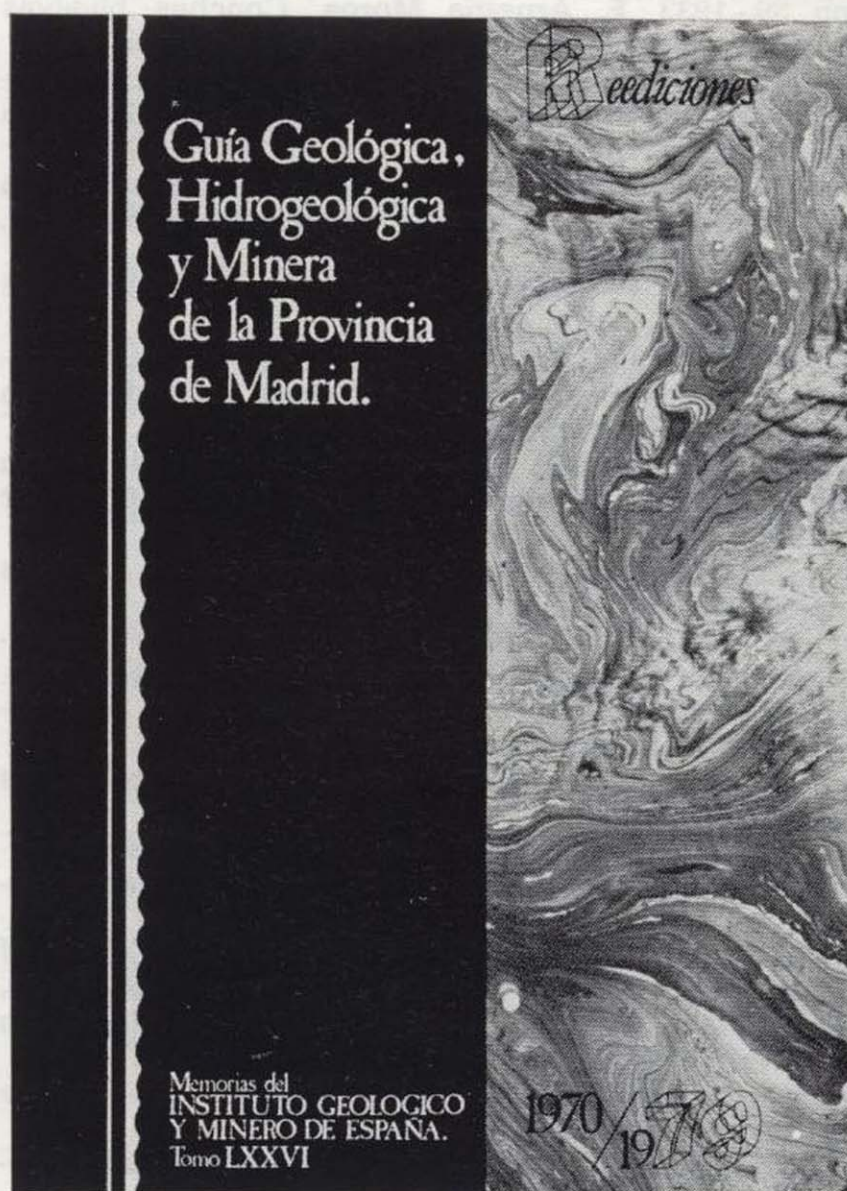
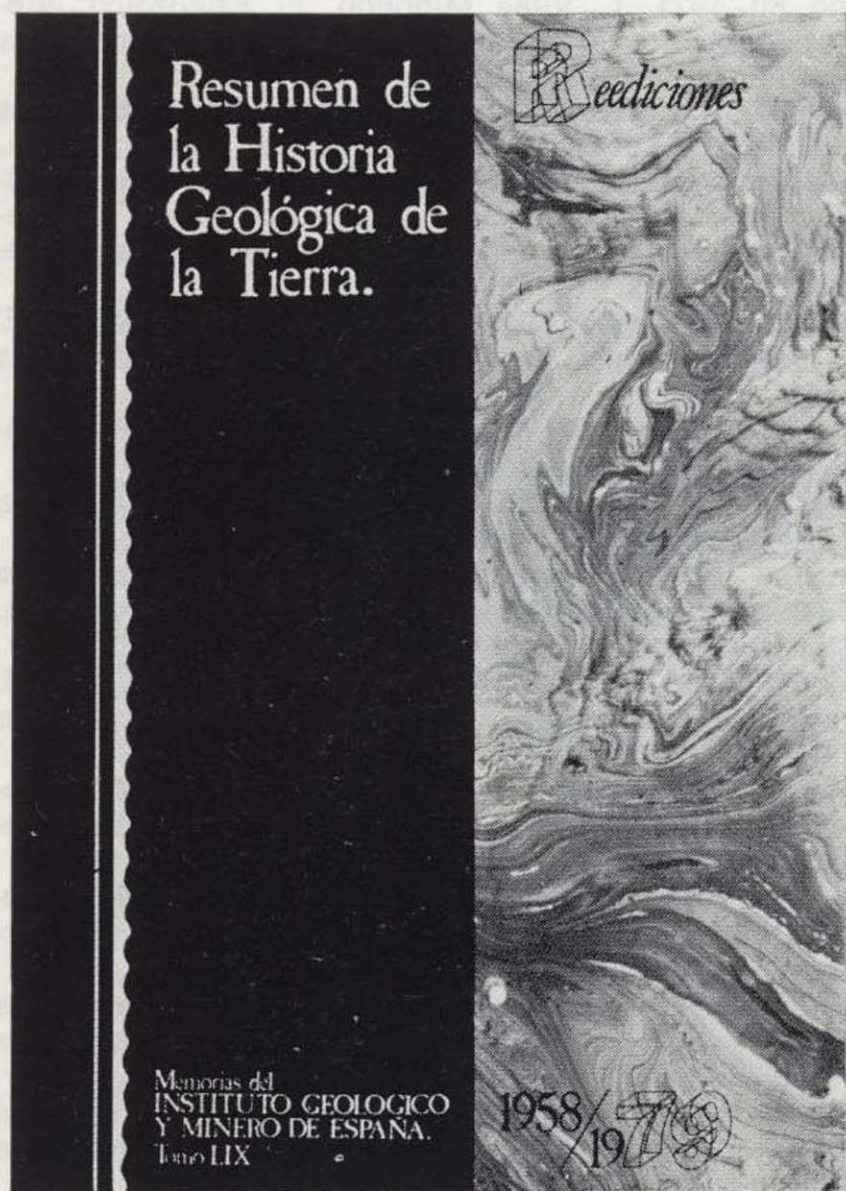
COLECCION REEDICIONES

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 x 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 43 - 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. 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 Gádiz.
- 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 pirítica del suroeste de la Península Ibérica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de pirita de Lousal (Portugal).
- Tomo 78 (**)- 1971. **J. Ramírez del Pozo**. Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica).
- Tomo 79 (**)- 1971. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la provincia de Guipúzcoa (cuadros y mapas, escala 1:50.000).
- Tomo 80 - 1971. **L. Vilas Minondo**. El Paleozoico Inferior y Medio de la cordillera cantábrica entre los ríos Porma y Bernesga (León).
- Tomo 81 (*) - 1972. **C. Alvarez Fernández, J. E. Coma Guillén, C. Lucena Bonny, J. Porras Martín, M. A. San José Lancha y N. Quang Trac**. Mapa Hidrogeológico Nacional. Explicación y Mapas de Lluvia útil. Reconocimiento hidrogeológico y Síntesis de los sistemas acuíferos.
- Tomo 83 (**)- 1972. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la Provincia de Alava (Cuadros y Mapa, escala 1:50.000).
- Tomo 84 (*) - 1972. **F. J. Martínez Gil**. Estudio Hidrogeológico del Bajo Ampurdán (Gerona).
- Tomo 85 (*) - 1974. **M. Colchen**. Geología de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño).
- Tomo 86 - 1975. **L. López Ruiz, A. Aparicio y L. García Cacho**. El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama. Sistema Central Español.
- Tomo 87 - 1975. **M. A. Caballero y J. L. Martín Vivoldi**. Estudio Mineralógico y Genético de la fracción fina del Triás Español.
- Tomo 88 - 1975. **A. Aparicio, J. L. Barrera, J. M. Caraballo, M. Poinado y J. M. 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

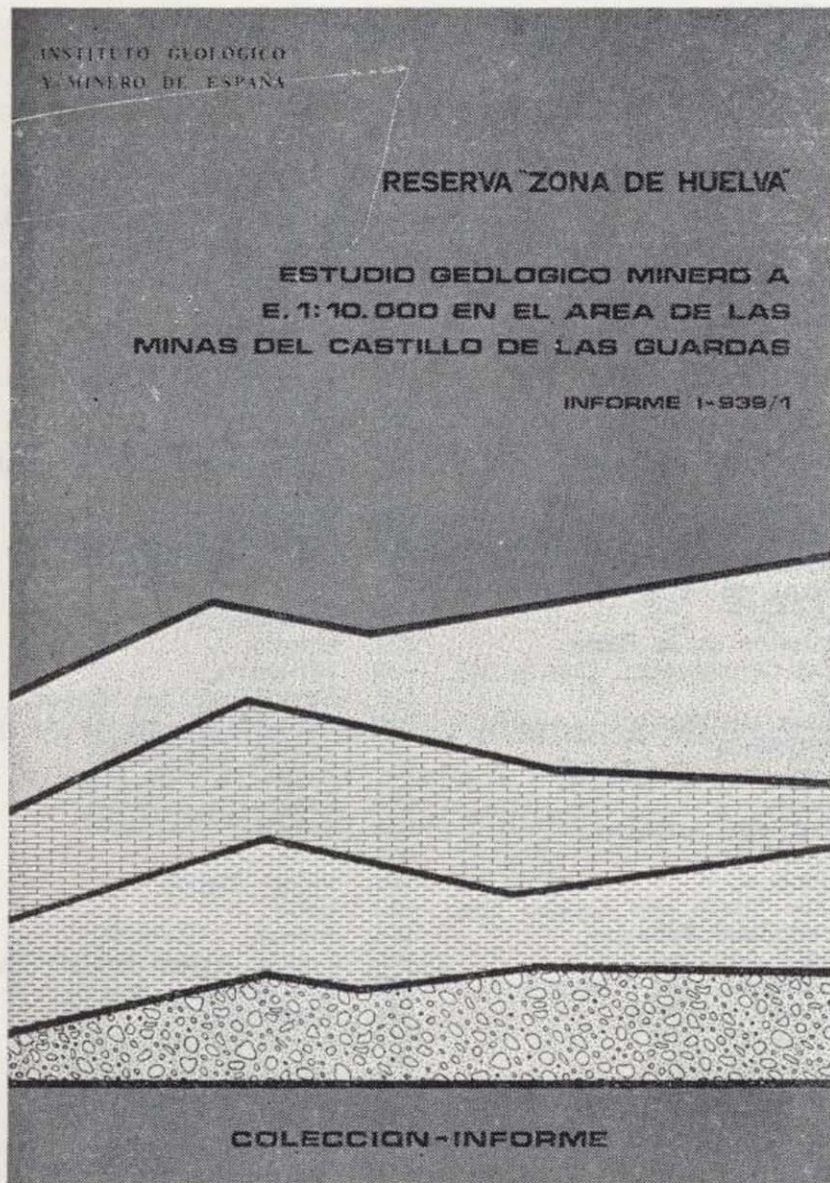
- Estimación de las reservas minerales en Vizcaya.
- Estimación del potencial minero de la Zona de Arcucelos (Orense).
- Reserva «Zona de Huelva»:
 - 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
 - 2 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán.
 - 3 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
 - 4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
 - 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
 - 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
 - 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
 - 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
 - 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
 - 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
 - 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
 - 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
 - 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.
- Prospección a la Batea de minerales aluvionares en la provincia de Cáceres. Area del Valle del Tiétar y Moraleja.
- Fase Previa del proyecto de investigación minera de la Cordillera Ibérica.
- Investigación de Plomo-Cinc en la reserva de la LOMA CHARRA (Soria).
- Investigación de Minerales de Plomo en el Area de Mazarambroz (Toledo). Fase Previa.
- Estudio Previo para la Investigación de Bauxita en el Subsector I., Cataluña, Area 3. La LLACUNA (Barcelona y Tarragona).
- Investigación de Minerales de Bauxita, Fuentespalda (Teruel-Tarragona). Fase Previa.
- Investigación minera en el área Argentera-Mola (Tarragona).
- Investigación Minera Submarina en el Subsector «HUELVA I». Golfo de Cádiz.
- Estimación de posibilidades minerales en el Subsector II, Suroeste, Area I. MAZAGON (Huelva). Fase Previa.
- Exploración de Minerales Magnéticos en Sierra Blanca (Málaga).
- Investigación Minera en el área Vimbedi-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).
- 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 Pirofillita.
- Monografía de Rocas Industriales. Arenas y Gravas.
- Monografía de Rocas Industriales. Bauxita y Laterita.
- Monografía de Rocas Industriales. Dunita y Olivino.
- Monografía de Rocas Industriales. Pizarras.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Calcáreas Sedimentarias.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Silicoaluminosas.
- Monografía de Rocas Industriales. Vidrios Volcánicos.
- 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.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del río Segura.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Alta del Guadiana.
- Investigación Hidrogeológica en la Cuenca del Duero. Sistemas 8 y 12.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Alta y Media del Guadiana.
- Calidad de las Aguas Subterráneas en las Cuencas del Sur de España.
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Baja del Segura y Costeras de Alicante.
- El Sistema Hidrogeológico de Albacete (Mancha Oriental).
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Isla de Mallorca.
- Investigación Hidrogeológica en las Cuencas del Sur de España (Sector Occidental).
- Libro de Contaminación de las Aguas Subterráneas (Tecnología, Economía y Gestión).
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Estudio sobre calidad química de las Aguas Subterráneas en la Isla de Mallorca.

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



**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.

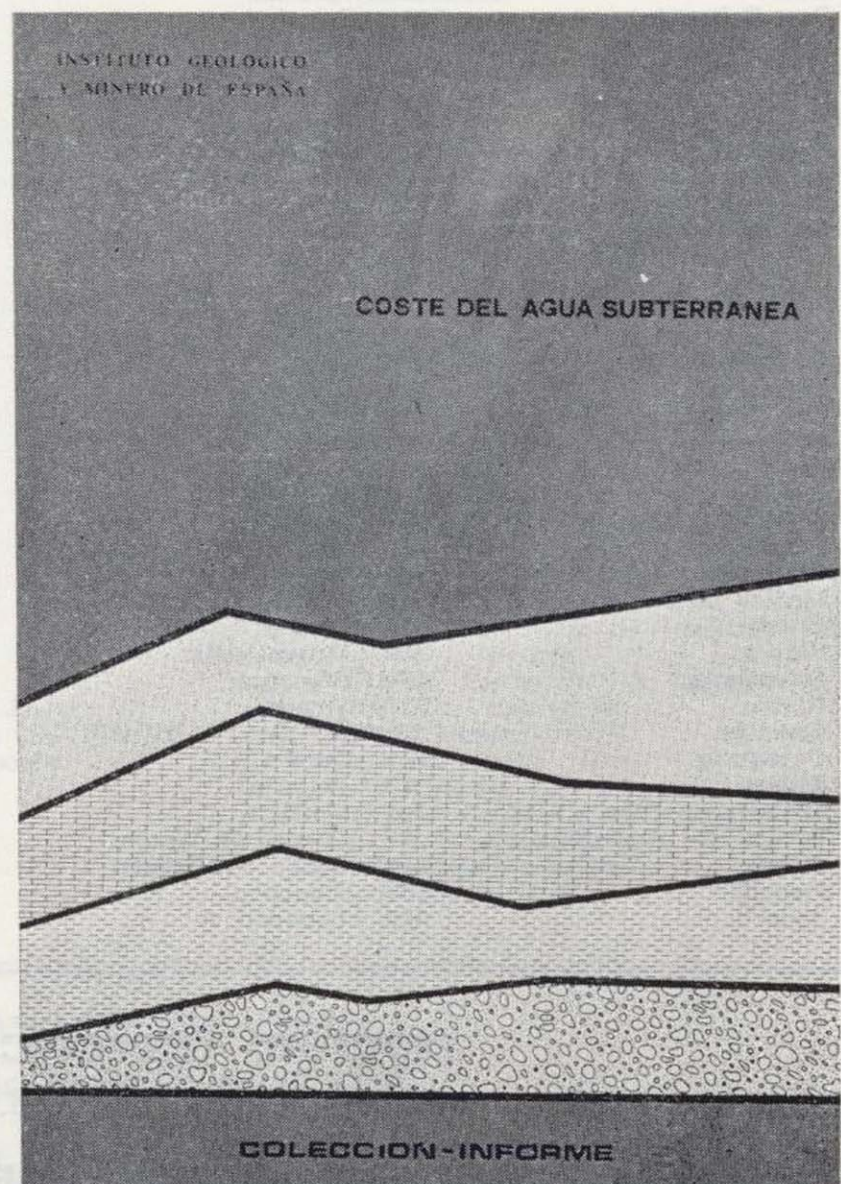
El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

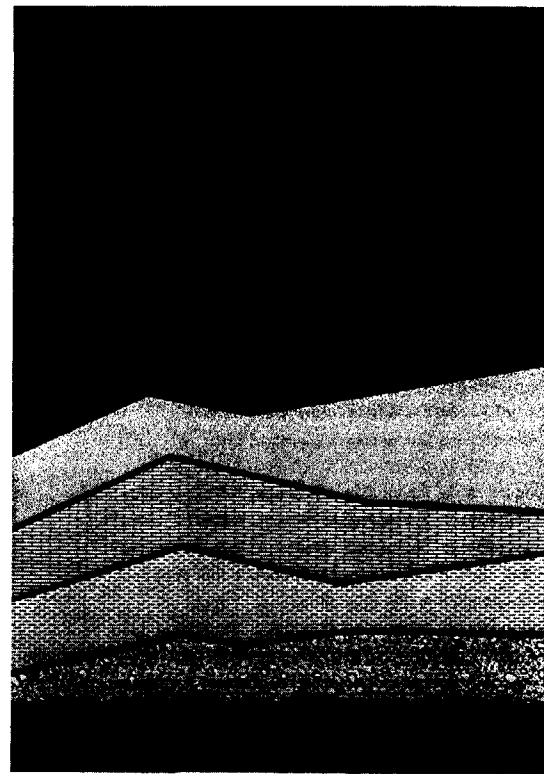
Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

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





**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

**MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000
2.ª Serie (proyecto MAGNA)**

En existencia las siguientes:

Precio de cada ejemplar: 700 ptas.

- | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Cariño. | 175. Sigües. | 584. Mondéjar. | 903. Montoro. |
| 2. Cillero. | 187. Orense. | 593. Cuevas de Vinromá. | 905. Linares. |
| 3. San Ciprián. | 188. Nogueira de Ramuín. | 594. Alcalá de Chisvert. | 906. Ubeda. |
| 6. San Salvador de Serantes. | 204. Logroño. | 606. Chinchón. | 907. Villacarrillo. |
| 7. Cedel-a. | 205. Lodosa. | 607. Tarancón. | 908. Santiago de la Espada. |
| 8. Vivero. | 207. Sos del Rey Católico. | 612. Ademuz. | 909. Nerpio. |
| 9. Foz. | 225. Ribadavia. | 613. Camarena de la Sierra. | 910. Caravaca. |
| 10. Ribadeo. | 226. Allariz. | 614. Manzanera. | 911. Cehégn. |
| 11. Luarca. | 236. Astudillo. | 615. Alcora. | 912. Mula. |
| 12. Busto. | 237. Castrogueziz. | 616. Villafames. | 913. Orihuela. |
| 13. Avilés. | 239. Pradoluengo. | 617. Faro de Oropesa. | 914. Guardamar del Segura. |
| 14. Gijón. | 240. Ezcaray. | 631. Ocaña. | 919. Almadén de la Plata. |
| 15. Lastres. | 243. Calahorra. | 632. Horcajo de Santiago. | 920. Constantina. |
| 21. La Coruña. | 244. Alfaro. | 635. Fuentes. | 921. Navas de la Concepción. |
| 22. Puente deume. | 245. Sádaba. | 636. Villar del Humo. | 922. Santa María de Trassierra. |
| 23. Puentes de García Rodríguez. | 263. Celanova. | 637. Landete. | 923. Córdoba. |
| 24. Mondofedo. | 264. Ginzó de Limia. | 638. Alpuente. | 924. Bujalance. |
| 25. Vegadeo. | 266. La Gudiña. | 639. Jérica. | 930. Puebla de Don Fadrique. |
| 28. Boal. | 267. Puebla de Sanabria. | 640. Segorbe. | 931. Zarzilla de Ramos. |
| 27. Tineo. | 268. Molezuellas de la Carballeda. | 641. Castellón de la Plana. | 932. Coy. |
| 28. Grado. | 271. Valderas. | 642. Islas Columbretas. Con la 641. | 933. Alcantarilla. |
| 29. Oviado. | 274. Torquemada. | 649. Lillo. | 934. Murcia. |
| 30. Villaviciosa. | 275. Santa María del Campo. | 663. Valera de Abajo. | 935. Torreveja. |
| 33. Comillas. | 277. Salas de los Infantes. | 664. Enguñados. | 936. Paymogo. |
| 34. Torrelavega. | 278. Canales de la Sierra. | 665. Mira. | 939. Castillo de las Guardas. |
| 35. Santander. | 282. Tudela. | 666. Chelva. | 940. Castilblanco de los Arroyos. |
| 36. Castro Urdiales. | 300/301. Lovios. | 667. Villar del Arzobispo. | 941. Ventas Quemadas. |
| 37. Algorta. | 302. Baltar. | 668. Sagunto. | 942. Palma del Río. |
| 38. Bermeo. | 318. Almarza. | 669. Moncófar. | 943. Posadas. |
| 39. Lequeitio. | 320. Tarazona de Aragón. | 690. Santa María del Campo Rus. | 944. Espejo. |
| 40. Jaizquíbel. | 321. Tauste. | 691. Mottilla del Palancar. | 951. Orce. |
| 41. Irún. | 329. Pons. | 692. Campillo de Altobuey. | 952. Vélez Blanco. |
| 47. Villaiba. | 330. Cardona. | 693. Utiel. | 953. Lorca. |
| 48. Meira. | 331. Puigreig. | 694. Chulilla. | 954. Totana. |
| 49. San Martín de Oscos. | 336. Portela d'Home. | 696. Burjasot. | 955. Fuente Alamo de Murcia. |
| 50. Cangas de Narcea. | 340. Manganeses de la Lampreana. | 711. Las Guadalerzas. | 956. San Javier. |
| 51. Belmonte de Miranda. | 341. San Pedro de Latarca. | 718. Iniesta. | 961. Aznalcollar. |
| 52. Proaza. | 349. Cabrejas del Pinar. | 719. Venta del Moro. | 962. Alcalá del Río. |
| 53. Mieres. | 351. Olivejas. | 720. Requena. | 963. Lora del Río. |
| 57. Cabezón de la Sal. | 352. Tabuena. | 721. Cheste. | 964. La Campana. |
| 58. Los Corrales de Buena. | 362. Calaf. | 722. Valencia. | 965. Ecija. |
| 59. Villacarriedo. | 363. Manresa. | 740. Villarrobledo. | 973. Chirivel. |
| 60. Valmaseda. | 364. La Garriga. | 741. Minaya. | 974. Vélez-Rubio. |
| 61. Bilbao. | 370. Toro. | 744. Casas Ibáñez. | 975. Puerto Lumbreras. |
| 62. Durango. | 381. Illueca. | 746. Llombay. | 976. Mazarrón. |
| 63. Eibar. | 391. Igualada. | 747. Sueca. | 977. Cartagena. |
| 64. San Sebastián. | 392. Sabadell. | 761. Llanos del Caudillo. | 978. Llano del Beal. |
| 65. Vera de Bidasoa. | 393. Mataró. | 763. Socuéllamos. | 983. Sanlúcar la Mayor. |
| 66. Maya del Baztán. | 394. Calella. | 766. Valdeganga. | 984. Sevilla. |
| 72. Lugo. | 396. Pereruela. | 767. Carcelén. | 986. Fuentes de Andalucía. |
| 73. Castroverde. | 397. Zamora. | 768. Ayora. | 987. El Rubio. |
| 74. Fonsagrada. | 398. Castronuño. | 769. Navarrés. | 993. Gor. |
| 75. Naviego. | 409. Calatayud. | 788. El Bonillo. | 994. Baza. |
| 78. Pola de Lena. | 410. La Almunia de Doña Godina. | 789. Lezuza. | 995. Cantoria. |
| 83. Reinosa. | 417. Eapluga de Francoll. | 791. Chinchilla de Monte Aragón. | 996. Huerca Overa. |
| 84. Espinosa de los Monteros. | 418. Montblanch. | 792. Alpera. | 997. Aguilas. |
| 85. Villasana de Mena. | 419. Villafranca del Panadés. | 793. Almansa. | 997 bis. Cope. |
| 86. Landaco. | 420. Hospitalet de Llobregat. | 794. Canals. | 999. Huelva - Los Caños. |
| 87. Elorrio. | 421. Barcelona. | 795. Játiva. | 1.000. Moguer. |
| 88. Vergara. | 426. Fuentesauco. | 796. Gandía. | 1.001. Almonte. |
| 90. Sumbilla. | 444. Flix. | 814. Villanueva de la Fuente. | 1.002. Dos Hermanas. |
| 91. Valcarlos. | 445. Cornudella. | 815. Robledo. | 1.003. Utrera. |
| 91 bis. Mendizar. | 446. Valls. | 816. Peñas de San Pedro. | 1.004. Marchena. |
| 95. El Pino. | 447. Villanueva y Geltrú. | 817. Pétrala. | 1.010. La Peza. |
| 96. Arzúa. | 448. Prat de Llobregat. | 819. Caudete. | 1.012. Fiñana. |
| 97. Guntín. | 468. Albalate del Arzobispo. | 820. Onteniente. | 1.013. Macael. |
| 98. Baralla. | 472. Reus. | 821. Alcoy. | 1.014. Vera. |
| 99. Becerrá. | 473. Tarragona. | 823. Jávea. | 1.015. Garrucha. |
| 100. Degaña. | 492. Segura de los Baños. | 826. Cheles. | 1.016. Los Caños. Con la 999. |
| 108. Las Rozas. | 493. Ollite. | 827. Alconchel. | 1.017. El Abalarío. |
| 109. Villarcayo. | 494. Calanda. | 828. Barcarrota. | 1.018. El Rocío. |
| 110. Medina de Pomar. | 495. Castellserás. | 831. Zalamea de la Serena. | 1.019. Los Palacios y Villafranca. |
| 111. Orduña. | 497. Perelló. | 832. Monterrubio de la Serena. | 1.026. Padul. |
| 112. Vitoria. | 510. Marchamalo. | 841. Alcazar. | 1.027. Güejar-Sierra. |
| 113. Salvatierra. | 517. Argente. | 842. Liétor. | 1.029. Gergal. |
| 115. Gulina. | 518. Montalbán. | 846. Castalla. | 1.030. Tabernas. |
| 116. Gurrada. | 519. Aguaviva. | 851. Rabito. | 1.031. Sorbas. |
| 117. Ochagavía. | 520. Peñarroya de Tastavins. | 852. Villanueva del Fresno. | 1.032. Mojácar. |
| 124. Sarriá. | 522. Tortosa. | 853. Burguillos del Cerro. | 1.033. Palacio de Doñana. |
| 125. Los Nogales. | 523. Buda. | 856. Magullia. | 1.034. Lebrija. |
| 135. Sedaró. | 543. Villarluengo. | 867. Elche de la Sierra. | 1.039. Colmenar. |
| 136. Oña. | 544. Forcall. | 869. Jumilla. | 1.040. Zafarraya. |
| 137. Miranda de Ebro. | 545. Morella. | 871. Elda. | 1.041. Dúrcal. |
| 138. Puebla de Arganzón. | 546. Uldecona. | 872. Alicante. | 1.042. Lanjarón. |
| 139. Eulate. | 547. Aicanar. | 884. La Carolina. | 1.052. Alora. |
| 141. Pamplona. | 568. Alcalá de la Selva. | 885. Santisteban del Puerto. | 1.053-1.067. Málaga-Torremolinos. |
| 142. Aolz. | 569. Mosqueruela. | 887. Orcera. | 1.054. Vélez-Málaga. |
| 143. Navascués. | 570. Albocácer. | 889. Moratalla. | 1.055. Motril. |
| 154. Lalín. | 571. Vinaroz. | 890. Calasparra. | 1.065. Marbella. |
| 155. Chentada. | 571 bis. Con la 571. | 891. Cieza. | 1.066. Coín. |
| 159. Bembibre. | 577. Bohoyo. | 892. Fortuna. | 1.072. Estepona. |
| 168. Briviesca. | 582. Getafe. | 893. Elche. | |
| 169. Casalarreina. | 583. Arganda. | 894. Cabo de Santa Pola. | |

**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.

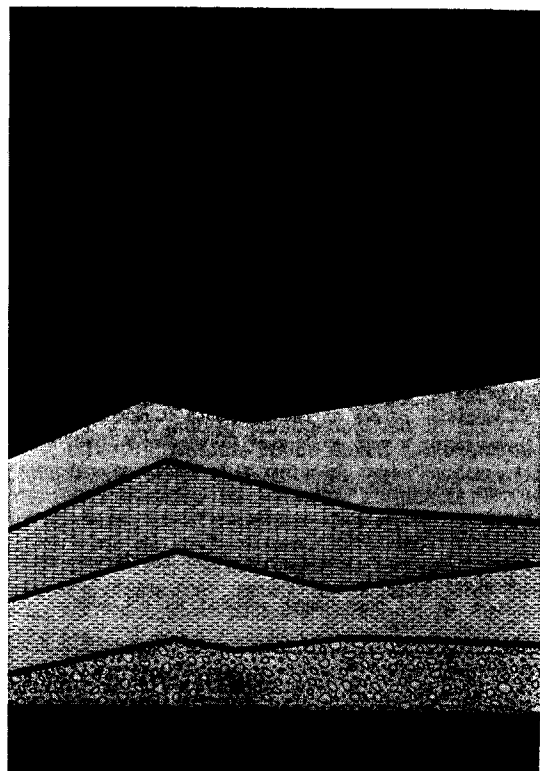
El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos 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



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.		
1.097. III-IV Punta de Anaga.	1.111. I-IV Güímar.	1.118-1.124. III-IV Los Cristianos.
1.104. II Barranco Hondo.	1.111. III Fasnía.	1.119. III Las Montañas.
1.104. III La Orotava.	1.118. I Granadilla de Abona.	1.119. IV Lomo de Arico.
1.104. IV Tacoronte.	1.118. IV 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.	561. Pastrana.	845. Yecla.
45. Betanzos (Hoja).	564. Fuertescusa.	857. Valsequillo.
46. Guitiriz (Hoja).	573. Gata.	858. El Viso.
54. Rioseco.	588. Zafrilla (Hoja).	859. Pozoblanco.
67. Mugfa.	591. Mora de Rubielos.	864. Venta de los Santos.
77. Plaza Taverga.	610. Cuenca (Hoja).	865. Silés.
79. Puebla de Lillo.	611. Cañete.	876. Fuente de Cantos.
128. Riello.	643. La Calobra.	886. Beas de Segura.
160. Benavides.	644. Pollensa.	899. Guadalcanal.
161. León (Hoja).	650. Cañaverale.	917. Aracena.
162. Gradefes.	653. Valdeverdeja.	937. El Cerro de Andévalo.
163. Villamizar.	670. Sóller.	938. Nerva.
206. Peralta.	671. Inca.	946. Martos.
210. Yebra de Basa.	672. Artá.	959. Calañas.
211. Boltaña.	688. Quintanar de la Orden.	960. Valverde del Camino.
241. Anguiano.	683. Utiel.	967. Baena.
252. Tremp.	695. Liria.	985. Carmona.
260. Oya.	699. Porreras.	989. Lucena (Hoja).
273. Palencia (Hoja).	700. Manacor.	991. Iznalloz.
284. Ejea de los Caballeros.	705. Trujillo.	1.018. El Rocío (Hoja).
297. Estartit.	723. Cala Figuera.	1.025. Loja.
298. La Guardia.	724. Liuchmayor.	1.046. Carboneras.
313. Antigüedad.	725. Felanix.	1.047. San Lúcar de Barrameda (Hja).
322. Remolinos.	731. Zorita.	1.059. El Cabo de Gata.
323. Zuera.	738. Villarta.	1.060. El Pozo de los Frailes.
324. Grañén.	743. Madrigueras.	1.079/80. Alegranza.
325. Peralta de Alcofea.	745. Jalance.	1.081. Montaña Clara.
327. Os de Balaguer.	746. Liombay.	1.082. Graciosa.
347. Peñaranda de Duero.	748. I. Conejera (Hoja).	1.083. Teguiše.
355. Lecifena.	750. Gallina.	1.084. Haria.
356. Lenaja.	751. Villar del Rey.	1.087. Punta Pechiguera.
369. Corases.	754. Madrigalejo.	1.088. Arrecife.
374. Peñafiel.	759. Piedrabuena (Hoja).	1.089. El Charco.
388. Lérida (Hoja).	764. Munera.	1.092. Cotillo.
498. Hospitalet (Hoja).	765. La Gineta.	1.093. Lobos.
500. Villar del Ciervo.	766. Valdeganga (Hoja).	1.096. Tegueste.
501. La Fuente de San Esteban.	772. San Miguel.	1.097. Punta de Anaga.
502. Matilla de los Caños del Río.	773. San Juan Bautista.	1.098. La Oliva.
503. Las Veguillas.	776. Montijo.	1.099. Puerto de Lajas.
525. Ciudad Rodrigo.	790. Albacete (Hoja).	1.102. Punta de Teno.
526. Serradilla del Arroyo.	798. Ibiza.	1.106/07. Puerto de las Cabras.
527. Sequeros.	799. Santa Eulalia.	1.109. Los Carrizales.
536. Guadalajara.	818. Montealegre.	1.111. Güímar.
537. Auñón.	824/849. San Francisco Javier.	1.114. La Pared.
539. Peralejo Truchas (Hoja).	825/850. Nuestra Señora del Pilar.	1.115. Tuineje.
541. Santa Eulalia.	840. Bienservida.	1.119. Lomo de Arico.
550. Fuente Guinaldo.	844. Ontur.	1.122. Jandía.

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).

Metalogenético:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario.)

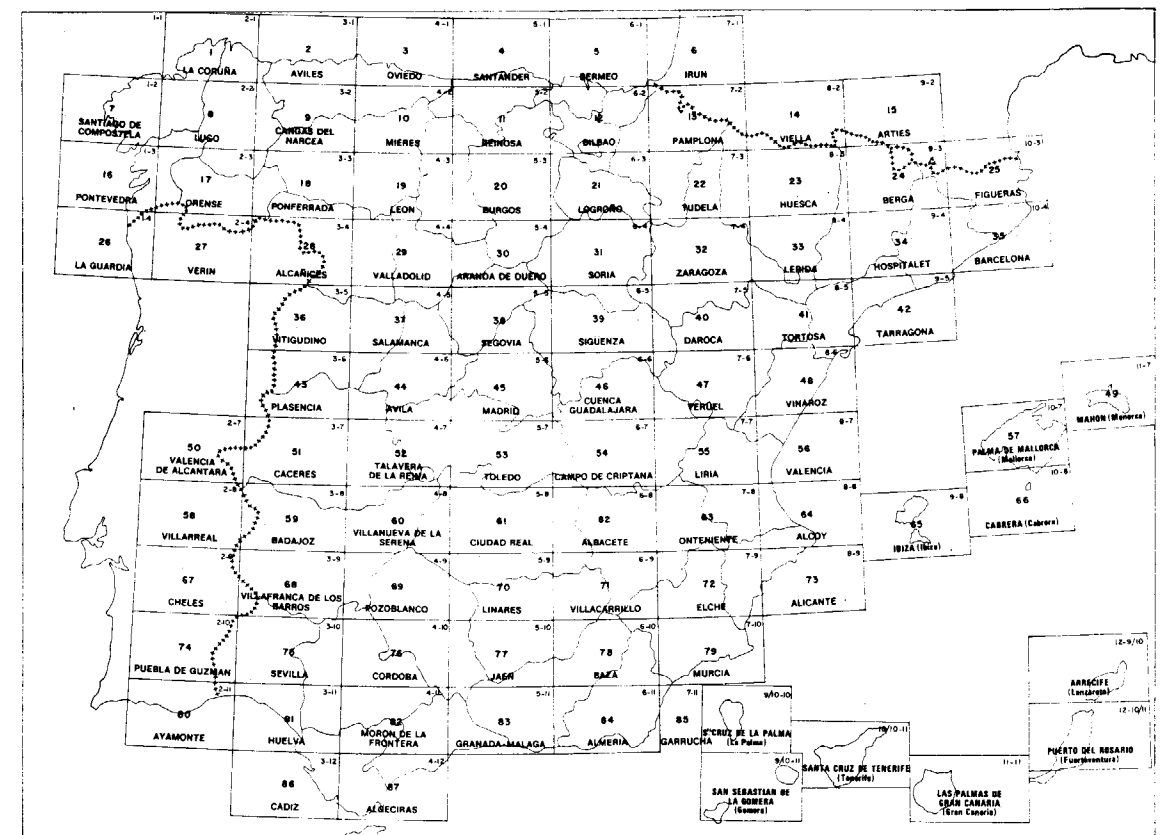
Geotécnico General:

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 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:

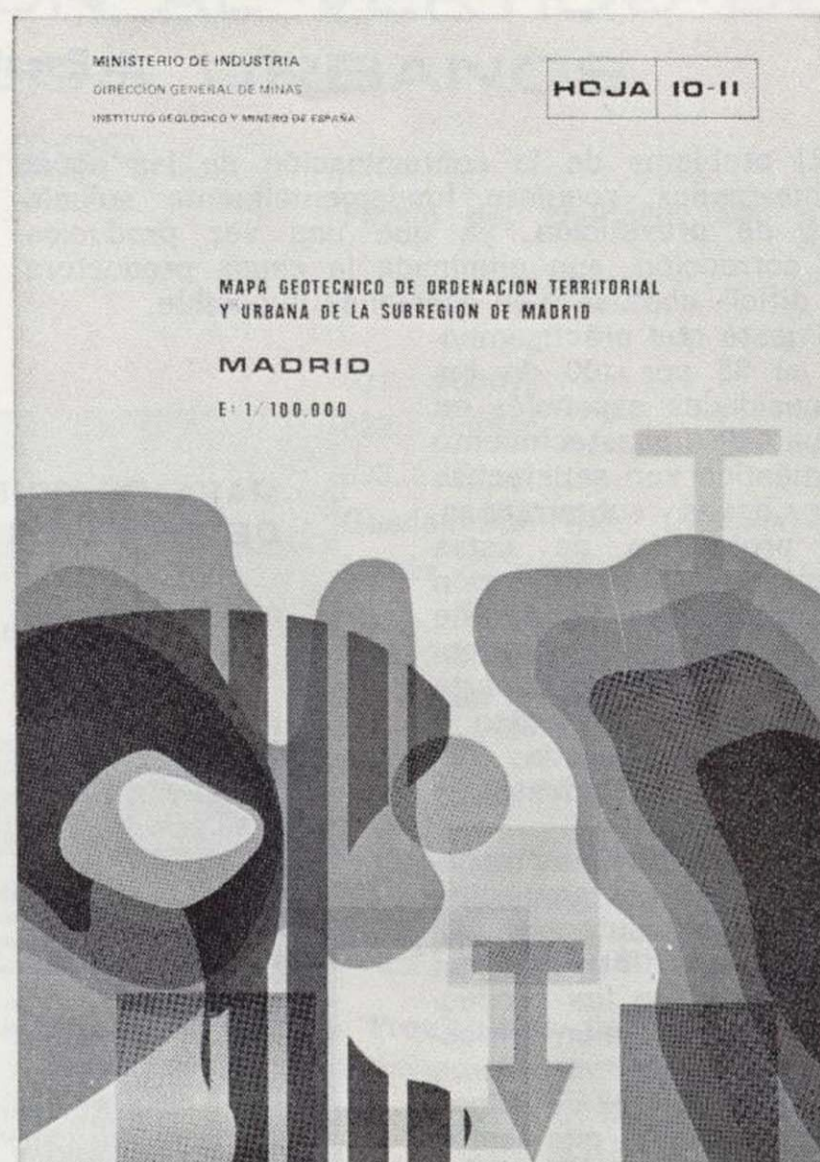
Hoja n.º		Hoja n.º	
8/11	Avila de los Caballeros.	10/9	Riaza.
8/12	Arenas de San Pedro.	10/10	Torrelaguna.
8/13	Talavera de la Reina.	10/11	Madrid.
9/10	Segovia.	10/12	Getafe.
9/11	San Lorenzo de El Escorial.	10/13	Mora.
9/12	Navalcarnero.	11/9	Sigüenza.
9/13	Toledo.	11/10	Brihuega.
		11/11	Guadalajara.
		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

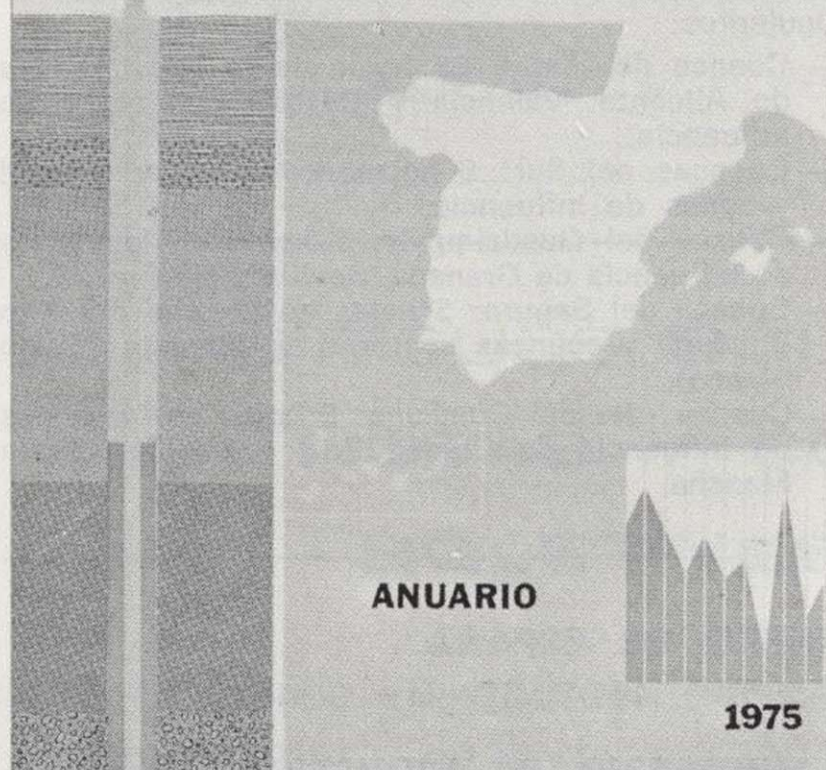
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



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 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 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.

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

BURJASOT HOJA 696

Escala, 1:50.000



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. 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.

545. Morella.	695. Liria.
546. Uldecona.	696. Burjasot.
547. Alcanar.	698. Palma.
568. Mosqueruela.	699. Porreras.
570. Albocacer.	720. Requena.
571. Vinaroz.	721. Cheste.
593. Cuevas de Vinroma.	722. Valencia.
594. Alcalá de Chisvert.	724. Lluchmajor.
616/617. Villafames-Faro de Oro-pesa.	737. Villarrubia de los Ojos.
640. Segorbe.	746. Llombay.
641. Castellón de la Plana.	747. Sueca.
667. Villar del Arzobispo.	760. Daimiel.
668. Sagunto.	769. Navarres.
669. Moncófar.	770/771. Alcira-Levesa.
671. Inca.	794. Canals.
	795. Játiva.

Precio del ejemplar: 500 ptas.

796. Gandía.
820. Onteniente.
821. Alcoy.
822. Benisa.
823. Jávea.
847. Villajoyosa.
848. Altea.
872. Alicante.
893. Elche.
Guadalhorce Bajo (Málaga).
Llanos de Antequera, zona oriental.
Llanos de Antequera, zona occidental.
Zona de Almería

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
- Sismotectónico 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.	8. Murcia.
3. Cáceres.	9. Salamanca.
4. Cádiz.	10. Valencia.
5. La Coruña.	

Mapas Geológicos - Escala 1:1.000.000

- Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (1.ª edición). Año 1980. Plano sin plegar.	900 ptas.
- Idem. Id. Plano plegado y Nota de Autoras ...	975 ptas.
- Idem. Id. Plano sin plegar, con cuadrícula división en Hojas Escala 1:200.000	975 ptas.
- Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (6.ª edición). Año 1966 (a extinguir).	600 ptas.
- Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias	600 ptas.
- Tectónico de la Península Ibérica y Baleares	600 ptas.
- de Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos	600 ptas.

Mapa Metalogénico de España - Escala 1:1.500.000

Ejemplar: 500 ptas.
La colección completa consta de 17 hojas y memorias referidas a las siguientes sustancias:

Hoja n.º	Hoja n.º	Hoja n.º
1. Aluminio.	7. 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. Manganeseo.	17. Wolframio.
6. Estaño.	12. Mercurio.	

ANTIGUOS BOLETINES DEL IGME NOTAS Y COMUNICACIONES BOLETINES DE SONDEOS

Quedan algunos ejemplares de los antiguos Boletines del IGME (tomo, 500 ptas.), así como números de la revista «Notas y Comunicaciones» (100 ptas. número) y de los «Boletines de Sondeos» (100 ptas. fascículo).

MOSAICO FOTOGRAFICO DE LA PENINSULA IBERICA E ISLAS BALEARES

MAPA DE LINEAMIENTOS DEDUCIDOS DE LAS IMAGENES LANDSAT

ESCALAS 1:1.000.000

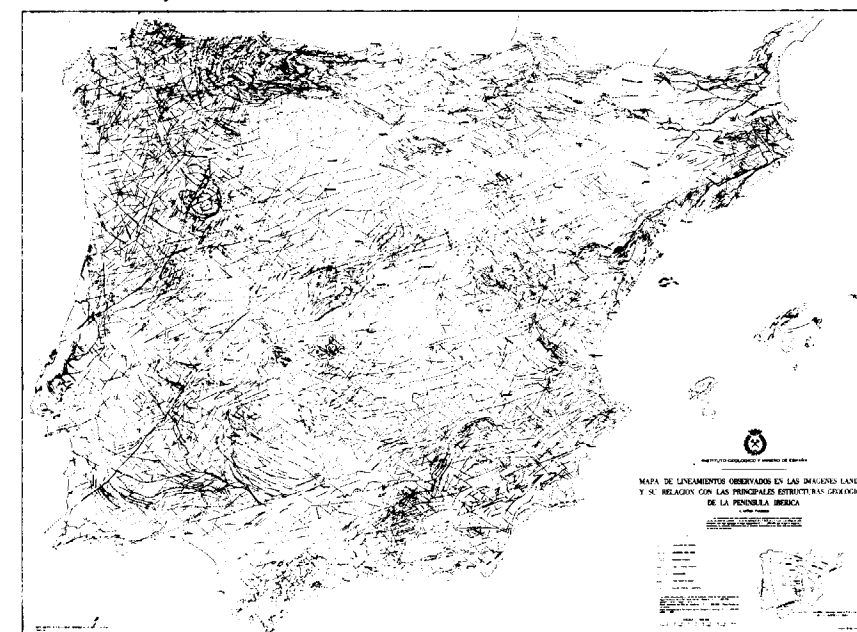
Precio 3.900 ptas.

Las nuevas técnicas de Teledetección y en particular la observación y registro desde satélite de las características de la superficie de nuestro Planeta, están poniendo de manifiesto una gran variedad de aplicaciones en las distintas disciplinas que estudian el medio natural.

Desde que en 1972 fuese lanzado el primer satélite de la generación Landsat, concebido por la NASA para la investigación de recursos naturales, se han obtenido de forma sistemática cientos de miles de imágenes de la superficie terrestre.

Las características orbitales de estos satélites y su sistema de sensores han permitido obtener una información muy adecuada para el estudio de grandes áreas. Cada imagen registrada por el sistema de barrido multispectral (MSS) cubre una superficie de 185 Km. x 185 Km., permitiendo la observación integral de los grandes fenómenos re-

Precio 3.500 ptas.



gionales. La realización de mosaicos fotográficos a partir de estas imágenes, registradas en análogos condiciones de iluminación solar, hace posible esta integración a escala continental.

El mosaico fotográfico de la Península Ibérica y Baleares, confeccionado a partir de catorce mosaicos parciales de escala 1:500.000, muestra con gran detalle las grandes unidades geoestructurales de este área.

Este documento, de gran belleza plástica, además de permitir la fácil observación de los grandes rasgos estructurales de la Península, pone de manifiesto, al ser detenidamente analizado, una serie de discontinuidades lineales o lineamientos, muchos de ellos no identificados con fracturas geológicas conocidas. El lineamiento, tal y como generalmente se acepta internacionalmente, es un ras-

go rectilíneo o ligeramente curvado de la superficie terrestre, cuya expresión es en general de tipo morfológico y que probablemente refleja un fenómeno profundo.

El mapa de lineamientos ha sido realizado a partir de la interpretación individual de cincuenta y tres imágenes en bandas 5, 6 y 7 (0,6 a 1,1 µm). Los calcos de interpretación se han ajustado a la base topográfica de escala 1:1.000.000, por lo que este mapa no coincide totalmente con el mosaico fotográfico al no tener éste una proyección cartográfica convencional. La importancia del papel jugado por los lineamientos en la exploración de hidrocarburos y yacimientos minerales ha sido ampliamente probada en la literatura geológica. De otra parte es de destacar la contribución de estos fenómenos al mejor conocimiento estructural de la Península y en particular a los estudios de ciertas áreas de actividad tectónica reciente, aportando nuevos datos para la mejor ubicación geográfica de determinadas obras civiles.

MOSAICO FOTOGRAFICO DE LA PENINSULA IBERICA E ISLAS BALEARES

MAPA DE LINEAMIENTOS DEDUCIDOS DE LAS IMAGENES LANDSAT

ESCALAS 1:1.000.000

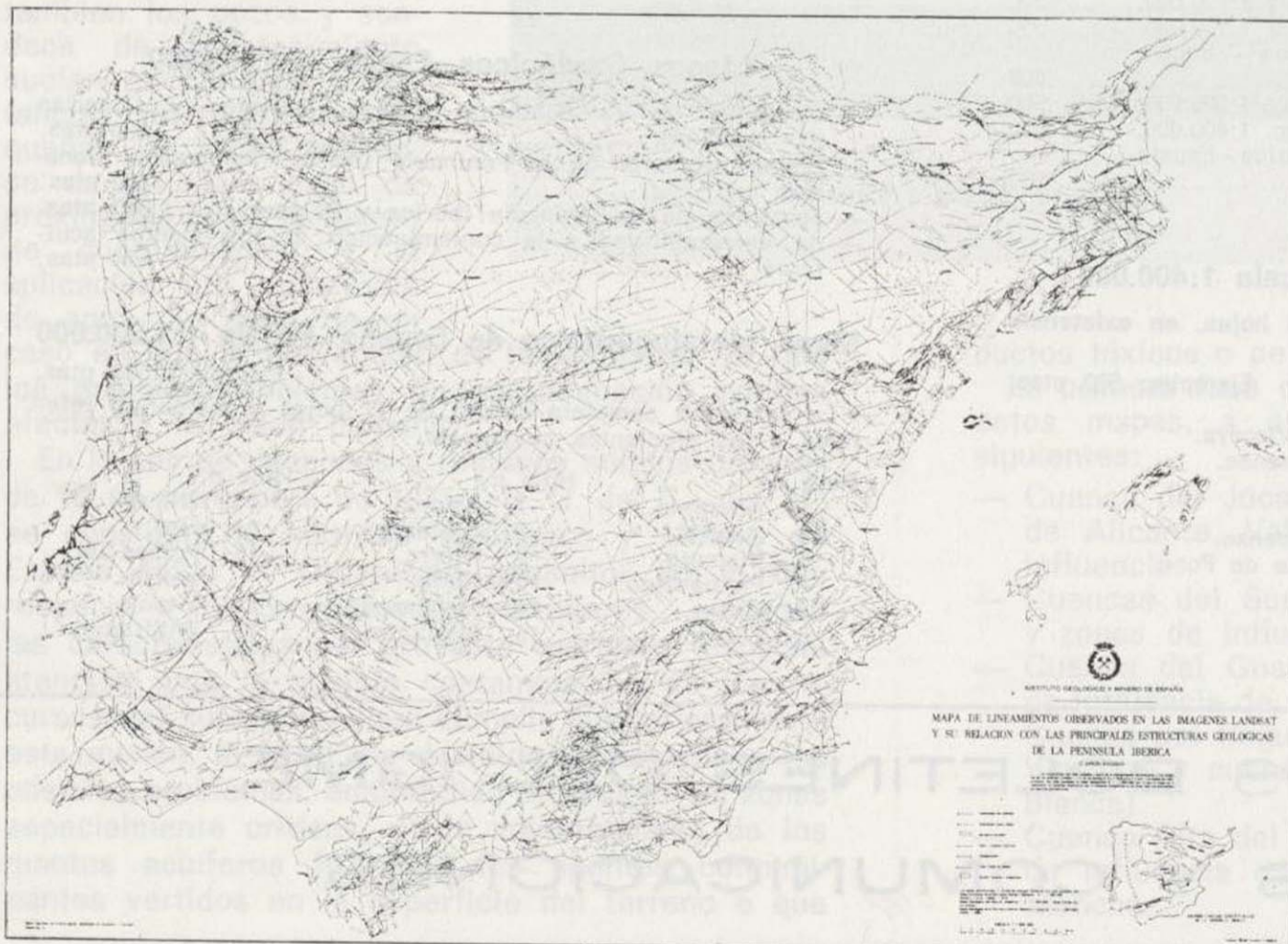
Precio 3.900 ptas.

Las nuevas técnicas de Teledetección y en particular la observación y registro desde satélite de las características de la superficie de nuestro Planeta, están poniendo de manifiesto una gran variedad de aplicaciones en las distintas disciplinas que estudian el medio natural.

Desde que en 1972 fuese lanzado el primer satélite de la generación Landsat, concebido por la NASA para la investigación de recursos naturales, se han obtenido de forma sistemática cientos de miles de imágenes de la superficie terrestre.

Las características orbitales de estos satélites y su sistema de sensores han permitido obtener una información muy adecuada para el estudio de grandes áreas. Cada imagen registrada por el sistema de barrido multispectral (MSS) cubre una superficie de 185 Km. x 185 Km., permitiendo la observación integral de los grandes fenómenos re-

Precio 3.500 ptas.



gionales. La realización de mosaicos fotográficos a partir de estas imágenes, registradas en análogas condiciones de iluminación solar, hace posible esta integración a escala continental.

El mosaico fotográfico de la Península Ibérica y Baleares, confeccionado a partir de catorce mosaicos parciales de escala 1:500.000, muestra con gran detalle las grandes unidades geoestructurales de este área.

Este documento, de gran belleza plástica, además de permitir la fácil observación de los grandes rasgos estructurales de la Península, pone de manifiesto, al ser detenidamente analizado, una serie de discontinuidades lineales o lineamientos, muchos de ellos no identificados con fracturas geológicas conocidas. El lineamiento, tal y como generalmente se acepta internacionalmente, es un rasgo

rectilíneo o ligeramente curvado de la superficie terrestre, cuya expresión es en general de tipo morfológico y que probablemente refleja un fenómeno profundo.

El mapa de lineamientos ha sido realizado a partir de la interpretación individual de cincuenta y tres imágenes en bandas 5, 6 y 7 (0,6 a 1,1 μ m). Los calcos de interpretación se han ajustado a la base topográfica de escala 1:1.000.000, por lo que este mapa no coincide totalmente con el mosaico fotográfico al no tener éste una proyección cartográfica convencional. La importancia del papel jugado por los lineamientos en la exploración de hidrocarburos y yacimientos minerales ha sido ampliamente probada en la literatura geológica. De otra parte es de destacar la contribución de estos fenómenos al mejor conocimiento estructural de la Península y en particular a los estudios de ciertas áreas de actividad tectónica reciente, aportando nuevos datos para la mejor ubicación geográfica de determinadas obras civiles.

MAPA GEOLOGICO DE LA PENINSULA IBERICA, BALEARES Y CANARIAS - E. 1:1.000.000

1.^a Edición. Año 1980

Precio del ejemplar: Sin plegar	900 ptas.
Idem. Plano plegado y Nota de Autores	975 ptas.
Idem. Plano sin plegar, con cuadrícula división en Hojas Escala 1:200.000	975 ptas.

Este Mapa es un ensamble de las Hojas de la Síntesis Geológica a escala de 1:200.000, completado con el Proyecto MAGNA iniciado en 1971, que comprende la ejecución de 1.130 Hojas que abarcan la totalidad del territorio español y de las que hasta el presente se han realizado 531 Hojas geológicas, que equivalen al 48 por 100 del territorio nacional.

Además se han utilizado, de forma muy especial, los siguientes Mapas:

- 1) Mapa Geológico Internacional de Europa a escala 1:1.500.000 (1973-74). A5 La Coruña; B5 París-Sud.
- 2) Carta Geológica de Portugal. Escala 1:1.000.000 (1968).
- 3) Cartografía Geológica del Macizo Hespérico del Sudoeste de la Península Ibérica E. 1:500.000 (1975).
- 4) Carte Géologique du Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique E. 1:500.000 (1967).
- 5) Carte Géologique d'une partie de la Serranía de Cuenca et des Montes Universales. P. A. VIALARD (1965-1971).

Se han tenido en cuenta los elementos según los cuales fue confeccionada la leyenda general del Mapa Geológico Internacional de Europa a escala de 1:1.500.000, según versión de 1962 y revisada en 1970.

Una vez realizado este primer trabajo de síntesis, se confeccionaron unos bocetos que se distribuyeron a las distintas cátedras geológicas del país para que corrigiesen posibles errores



y completasen las zonas de trabajo de las correspondientes áreas de desarrollo de sus actividades.

Estas correcciones y mejoras dieron lugar a un boceto definitivo, que sirvió para la confección de este nuevo mapa.

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

BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO

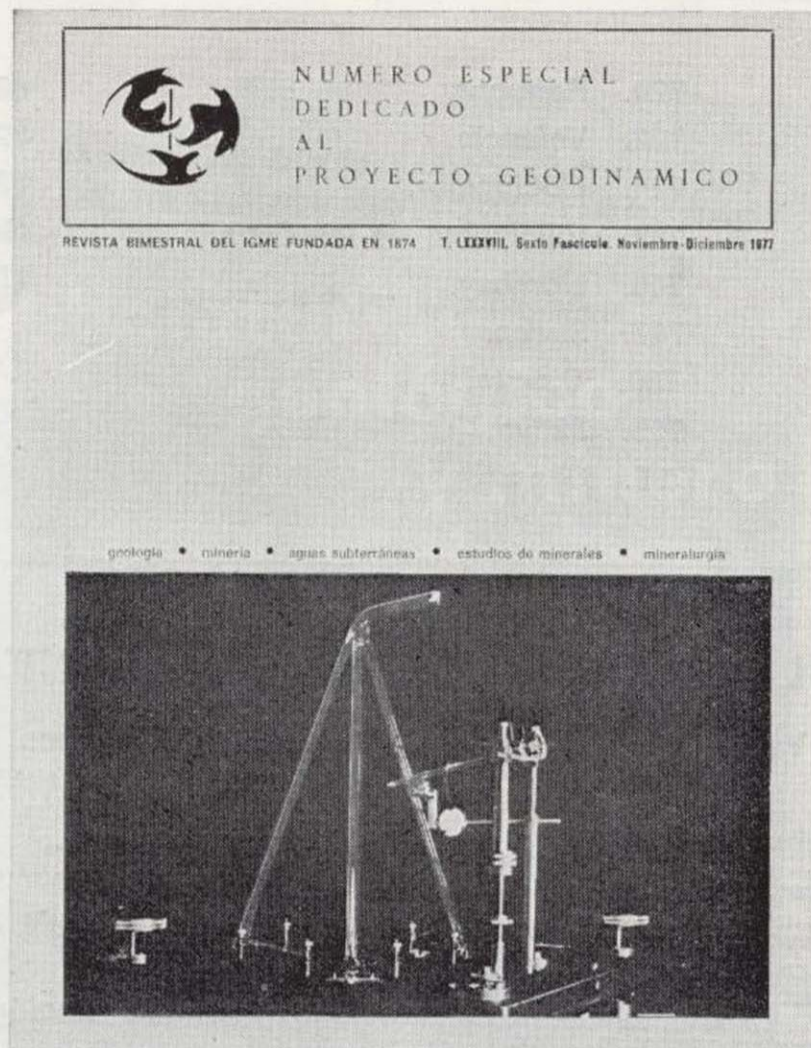
Precio: 300 ptas.

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.
DEMÁS PAISES	1.500 ptas.

Nombre, Organismo o Empresa

Profesión

Dirección Teléfono

Ciudad (provincia) D. P.

País

Fecha FIRMA

FORMA DE PAGO

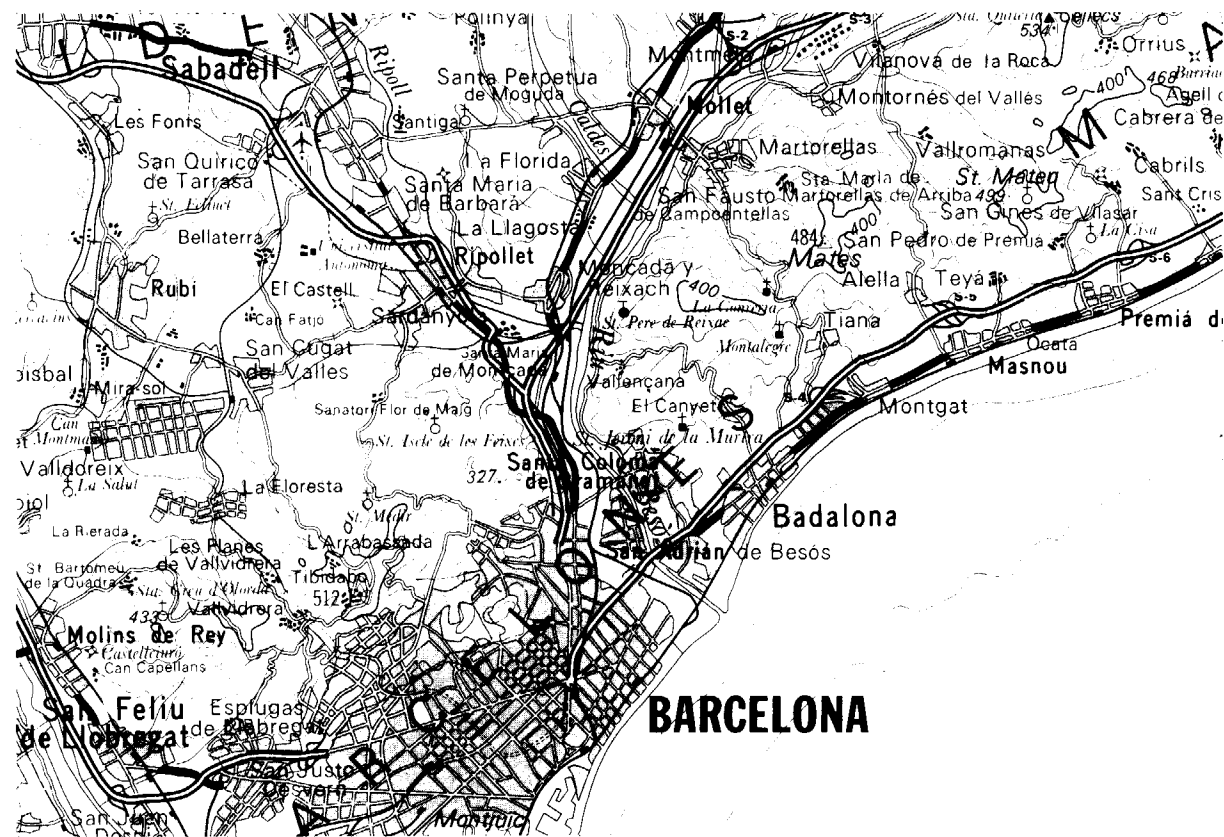
Contra reembolso.

Talón nominativo.

Cibesa

CARTOGRAFICA IBERICA, S.A.

- ESGRAFIADO
- FOTOCOMPOSICION
- FOTOMECANICA
- IMPRESION OFFSET
- ENCUADERNACION



Fragmento del Mapa de CATALUÑA. Escala 1:200.000

ESPECIALIDAD

- MAPAS CONVENCIONALES
- MAPAS TEMATICOS

Conde de la Cibera, 4 - L. 6 MADRID - 3
TELF. 234 81 86 - 234 79 72

*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)