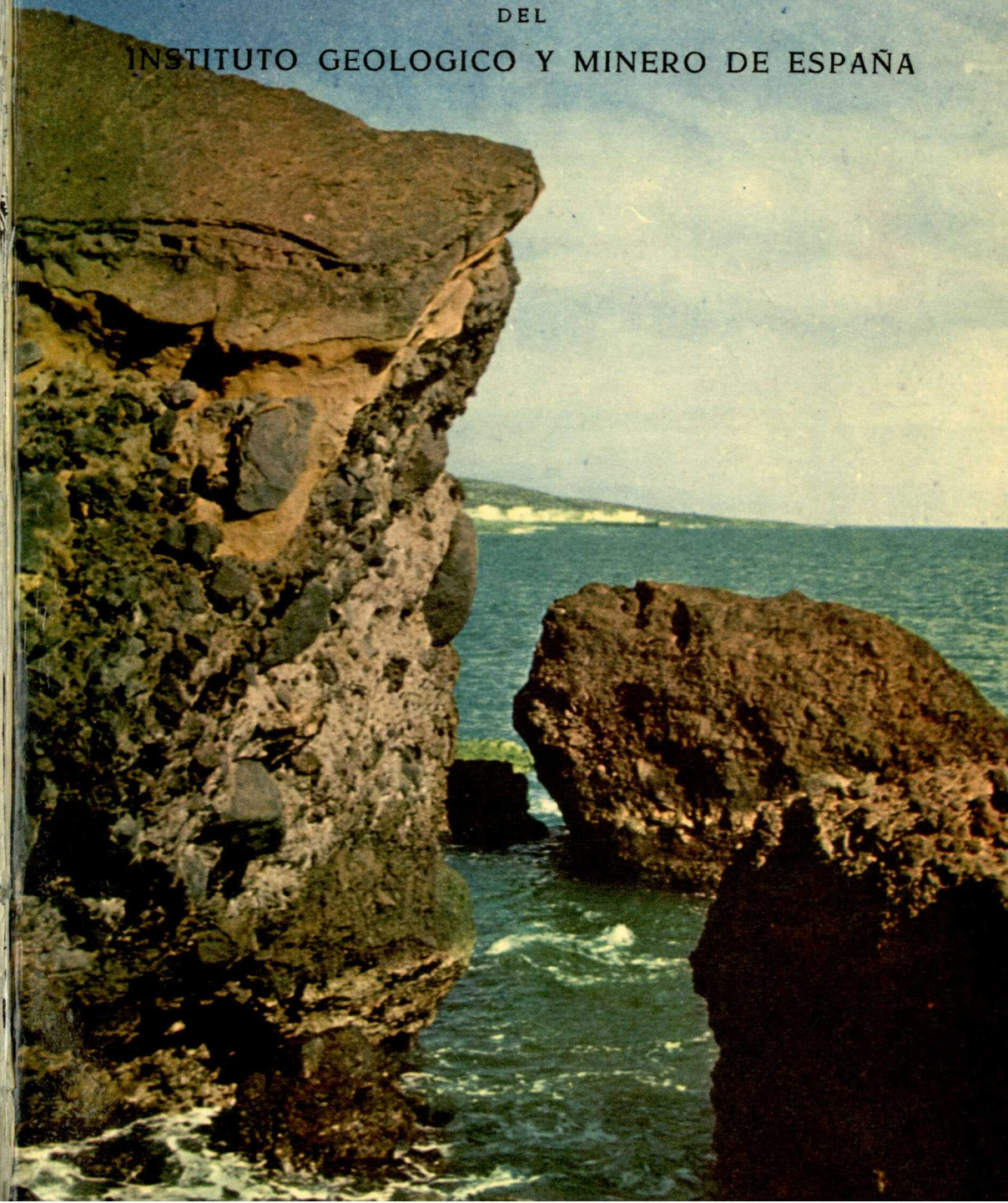


AÑO 1963

II TRIMESTRE

NUM. 70

NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

70

SEGUNDO TRIMESTRE

M A D R I D
1 9 6 3

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

Brecha volcánica de Güimar (Tenerife)

Foto F. Mingarro Martín.

Al sur de la fosa tectónica de Güimar, en la Isla de Tenerife, aparece una brecha volcánica constituida por bloques angulosos de basalto, cementados por elementos tobáceos, conglomerados y saníticos. La parte superior de la brecha queda recubierta por sedimentos piroclásticos de naturaleza pumítica y traquítica. Al fondo, sobre la costa atlántica, se aprecian las casas blancas del puertecito de Güimar.

La fotografía con dirección N-30° W, fue tomada el día 18 de noviembre de 1960.

Deposito Legal M. 1.882.-1958

TALLERES GRÁFICOS VDA. DE C. BERMEJO.—J. GARCÍA MORATO, 122. TEL. 233 06 19—MADRID

A. ARRIBAS

MINERALOGIA Y METALOGENIA DE LOS YACIMIENTOS ESPAÑÓLES DE URANIO. VALDERRASCON (ALBURQUERQUE) (*)

RESUMEN

El filón «Valderrascón», situado al N. de Alburquerque, en la provincia de Badajoz, está encajado en las granodioritas que se extienden al N. del pueblo, a las que atraviesan frecuentemente filones de cuarzo de potencia variable.

La paragénesis es análoga a la de los yacimientos silíceos con pechblenda y sulfuros de hierro, de los cuales, el primero descrito y que se puede considerar como tipo europeo, es el de La Chapelle-Largeau, en Vendée (Francia).

Las características del yacimiento español son las siguientes:

— los minerales primarios de uranio, pechblenda y coffinita, están rellenando las fracturas de un filón de cuarzo brechificado.

— la pechblenda, acompañada por coffinita, se ha depositado entre dos venidas sucesivas de sulfuros de hierro: la primera, de pirita-marcasita; la segunda, de marcasita-melnikovita.

— la única ganga es el cuarzo, que se depositó en su mayor parte antes de la llegada de la pechblenda. Este suele ser blanco o gris, mientras que el cuarzo uranífero es generalmente hematítico.

SUMMARY

The «Valderrascón» deposit, north of Alburquerque, in the Badajoz province, consists of a long, narrow uraniferous siliceous vein, in a granodiorite extending northward to the portuguese border. The coarse grained granite is cut by several quartz veins striking to the northeast.

The deposit belongs to the paragenetic type: pitchblende-pyrite quartz, and is very similar to that of La Chapelle-Largeau, in Vendée (France).

The main features of the Spanish deposit are:

— the primary uranium minerals, pitchblende and coffinite, are filling the cracks of a brecciated quartz vein.

— the deposition of pitchblende and coffinite took place between two periods of the iron sulphide mineralization: (1) pyrite-marcasite, (2) marcasite melnikovite.

— quartz is the only gangue, chiefly a chalcedonic variety partly hematitized, most of it deposited before the primary uranium minerals. In this case, quartz is mainly white or gray.

(*) Publicado con permiso de la Junta de Energía Nuclear.

La prospección del área radiactiva situada al norte de Alburquerque, en la provincia de Badajoz, dió comienzo en 1956, iniciándose en noviembre de este mismo año los trabajos de investigación en el filón «Valderrascón», que se ha reconocido por labores mineras en una longitud aproximada de 500 metros y hasta 80 metros de profundidad.

Otros filones de la misma zona que se están estudiando actualmente («Pedro Negro», «Toril del Centeno», etc.) poseen caracteres análogos, pero son más parecidos, desde el punto de vista metalogénico, a los del área de Albalá, de los que el ejemplo más representativo es el filón de «Los Ratones».

Las mineralizaciones reconocidas hasta ahora se encuentran siempre dentro del berrocal granítico situado entre las proximidades de Alburquerque y Valencia de Alcántara. Esta pequeña masa alargada de granodiorita es el más septentrional de la serie de afloramientos graníticos que, formando parte de un mismo arco herciniano, se extienden entre la falla del Guadalquivir y la frontera portuguesa.

LAS ROCAS ENCAJANTES

Como ya hemos indicado, el filón se encuentra encajado dentro de un berrocal granítico formado por granodioritas, a las que atraviesan diques de cuarzo de potencia variable.

La granodiorita

Es una roca de color claro, aunque está teñida a menudo por óxido de hierro. En general, tiene textura compacta, granitoidea, de grano medio a grueso, pero cuando está alterada en la superficie, caso muy frecuente, se deshace con extraordinaria facilidad, lo que da lugar a la formación de extensos arenales graníticos.

La estructura es fanerítica, hipidiomorfa, y muchas veces se puede apreciar a simple vista el proceso de transformación de la biotita en moscovita (lám. I, 1).

Los minerales que la forman tienen las siguientes características:

Cuarzo.—Forma placas xenomorfas que frecuentemente muestran extinción en mosaico. Sin embargo, cuando va acompañado por la turmalina, tiende al idiomorfismo.

Ortosa.—Con estructuras pertíticas muy abundantes, lo que demuestra que contiene una buena proporción de sodio. Las maclas de Carlsbad son

frecuentes, y $2V$ varía entre 60° y 65° . Algunos cristales están ligeramente caolinizados.

Plagioclasas.—En general, están algo sericitizadas, y el proceso de alteración pone de relieve la existencia de un principio de zonalidad de los feldspatos calcosódicos. Estos corresponden a una oligoclasa (28 por 100 An) maclada según las leyes de la albita y albita-Ala, rara vez de Carlsbad. Las cristales tienden al idiomorfismo.

Micas. La más abundante es la moscovita, que se ha desarrollado muchas veces a expensas de las plagioclasas. En general, aparece formando cristales laminares con exfoliación bien marcada. Otras veces, las placas tienen aspecto de criba, especialmente cuando han crecido sobre los feldspatos.

La biotita es casi tan abundante como la moscovita. Pertenece a una variedad muy pleocroica, de marrón rojizo a marrón amarillento, y aparece llena de inclusiones de apatito y circón, que han dado lugar a la formación de numerosos halos pleocroicos.

A veces está cloritizada, especialmente en las zonas próximas a las estructuras filonianas, pero el fenómeno más interesante es el que se refiere a la transformación de biotita en moscovita, lo que se puede reconocer por la persistencia en este último mineral de las inclusiones de circón con halos pleocroicos apenas marcados. Este proceso de transformación es especialmente perceptible cuando los cristales de circón se encuentran en límites de dos láminas de biotita y moscovita (lám. I, 1).

Turmalina.—Generalmente aparece en forma de cristales muy pequeños, xenomorfos, dispersos entre los restantes minerales de la roca, respecto de los cuales es indudablemente posterior. A veces existen cristales mayores, visibles incluso a simple vista.

Cuando la turmalina se introduce a favor de los planos estructurales de los feldspatos, lo hace de una manera irregular, siguiendo el límite de los granos o atravesando los otros minerales en forma de venillas anastomosadas extraordinariamente finas (lám. I, 2).

En ciertas ocasiones, la turmalina aparece alterada en un producto clorítico-sericitico.

Apatito.—Relativamente abundante, forma pequeños cristales idiomorfos incluidos en las biotitas o, lo que es más frecuente, otros de mayor tamaño dispersos por toda la roca.

Circón.—Muy frecuente, aparece siempre incluido en la biotita, o en la moscovita cuando este mineral se ha formado a expensas de la anterior.

El cómputo modal, efectuado sobre varias muestras de la misma roca, da la siguiente composición mineralógica media:

Cuarzo	28
Ortosa	27
Plagioclasa	30
Moscovita	7
Biotita	5
Turmalina	2
Apatito	1
<hr/>	
<i>Total</i>	100

lo que permite clasificar la roca como un granito adamellítico, tipo *granodiorita*

Hay que destacar, sin embargo, que la proporción de apatito y turmalina, especialmente del primero, crece en las zonas próximas al filón, lo que parece ser consecuencia del mismo proceso mineralizador.

El cuarzo

El basamento granítico está atravesado frecuentemente por delgados diques de cuarzo lechoso turmalínifero. Sin embargo, los que interesan especialmente desde el punto de vista de la mineralización uranífera, son otros diques mayores formados por diferentes tipos de cuarzo de baja temperatura, al que acompañan frecuentemente apatito y pirita en variable proporción (lám. I, 3).

Como hemos de ver más adelante, los minerales de uranio están siempre más o menos relacionados con el emplazamiento de estos diques. En ellos, el cuarzo es generalmente microcristalino o jasperoideo, muchas veces hematítico, pero en algunos puntos forma estructuras crustiformes, con cristales mayores de cuarzo blanco y ahumado.

Las deformaciones tectónicas

Los esfuerzos tectónicos que han actuado sobre las rocas encajantes de la mineralización han sido muy definidos y no se puede hablar de verdaderas cataclasis nada más que en la vecindad inmediata de los filones.

Las deformaciones mecánicas sufridas por la granodiorita, han tenido como consecuencia la fracturación de la misma y el emplazamiento de los diques de cuarzo-apatito (lám. I, 3).

Posteriormente, la venida uranífera ha estado precedida por una brechificación del cuarzo y del granito encajante, mientras que los últimos movimientos de reajuste han dado lugar a nuevas fracturaciones de pequeña intensidad (fig. 1), a favor de las cuales se ha efectuado el depósito de los minerales secundarios de uranio.

TRANSFORMACIONES DE LAS ROCAS ENCAJANTES

El estudio de las transformaciones sufridas por las rocas de caja revela que algunas de ellas han tenido lugar sobre grandes extensiones.

Las más importantes son anteriores a la venida uranífera y no parecen tener relación directa con ella. Citadas, según el probable orden de sucesión en el tiempo, son las siguientes: sericitización, cloritización y turmalinización.

Posteriormente, y precediendo a la venida uranífera, sigue una fase de mucho interés por la influencia que tiene en el proceso de concentración del uranio: silicificación y apatización; y a continuación, acompañando a la fase mineralizadora, existen otras dos, jasperización-hematización y arcillización, que ponen fin a la serie de transformaciones sufridas por las rocas de caja, si se exceptúa el proceso de meteorización que sobre ellas se está desarrollando en la actualidad.

Sericitización

Es el más amplio de los procesos de alteración y afecta a la granodiorita en su conjunto. De ello resulta una transformación de biotita en moscovita (lám. I, 1), análoga a la que tiene lugar en otros yacimientos extremos, concretamente en el batolito de Albalá. Ya hemos indicado cómo la moscovita formada en estas condiciones conserva las inclusiones de circón, pero los halos, reabsorbidos, ya no son pleocroicos y apenas se distinguen.

Al mismo tiempo que la baueritización de la biotita, tiene lugar la sericitización de las plagioclasas. Ambos fenómenos parecen ser debidos a un proceso de degradación del granito, que se produjo como consecuencia de haber quedado éste sometido a unas condiciones de presión, temperatura y aporte de agua diferentes a los que existían cuando se formó.

Cloritización

La transformación de la biotita en clorita tiene un desarrollo mucho menor que la sericitización, y en algunas rocas falta por completo. Sin embargo, en las áreas filonianas afectadas por las acciones tectónicas llega a ser muy importante el proceso de cloritización de la granodiorita, lo que demuestra que además de la clorita formada como consecuencia del proceso regional de degradación, que afectó a todos los materiales de la zona, una

gran parte de dicho mineral puede ser debido a modificaciones de tipo hidrotermal.

Estas son también las que han dado lugar a la formación de montmorillonita, que tan abundante es en las estructuras filonianas de toda esta zona.

Turmalinización

Aunque la turmalina es un mineral accesorio en la mayor parte de las granodioritas, aparece en cantidades significativas cuando dichas rocas pertenecen a las áreas mineralizadas (lám. I, 3).

Como siempre va acompañada por cuarzo con tendencia al idiomorfismo y por tratarse de un mineral posterior a los restantes componentes de la roca, a los que atraviesa en todas direcciones (lám. I, 2), es posible admitir que su presencia se debe al desarrollo de un proceso de tipo neumatolítico, siendo los feldespatos los minerales que mejor se prestaron al reemplazamiento.

Silicificación y apatización

Al igual que ocurre en los restantes granitos extremeños (Albalá, Trujillo, etc.), la formación de filones de cuarzo con apatito anteriores a la venida uranífera, también tiene lugar en «Valderrascón», aunque aquí no existen concentraciones importantes de fosforita.

En general, el proceso de silicificación sucede a la fracturación de la roca, y el cuarzo, casi siempre jasperoideo, se mezcla íntimamente con los materiales sílico-arcillosos procedentes de la alteración del granito.

Cuando los diques están bien individualizados, el cuarzo y el apatito forman estructuras crustiformes, generalmente de grano fino, aunque en ciertas ocasiones, como ocurre en «Valderrascón», donde el dique puede llegar a tener más de 0,5 metros de potencia, el apatito aparece en estructuras «palmeadas» (lám. I, 3) junto a cristales mayores de cuarzo unas veces ahumado y otras hematítico (lám. II, 3).

A estos dos minerales se une algo de pirita, que puede aparecer también dispersa en el granito encajante.

Como hemos de ver más adelante, es sobre estos diques de cuarzo donde tiene lugar la concentración de los minerales de uranio. La fase uranífera se produjo inmediatamente después de la fracturación de estos minerales (lám. II, 1), de manera que la pechblenda y la coffinita se introdujeron entre los fragmentos de la brecha acompañados por algunos sulfuros de hierro.

Jasperización y hematización

Estos dos procesos son simultáneos y acompañan a la venida uranífera, aunque a diferencia de lo que ocurre en otros yacimientos análogos, la hematización alcanza aquí muy poco desarrollo.

Cuando se trata de filoncillos que atraviesan al cuarzo de la venida anterior con apatito, el cuarzo perteneciente a este segundo proceso de silicificación es de tipo jasperoideo, también hematítico, y va acompañado por sulfuros de hierro, especialmente marcasita y melnicovita.

La hematización se refiere, en este caso, a la que va incorporada a los dos tipos de sílice, ya que sus efectos sobre las rocas encajantes son relativamente reducidos.

Arcillización

Como consecuencia de las acciones hidrotermales producidas por la venida uranífera, hay que destacar la existencia de un proceso de arcillización de los feldespatos y las micas de la granodiorita cuando ésta es afectada por las estructuras filonianas. Dicho proceso puede alcanzar localmente gran intensidad, pero en general es de reducida extensión.

A él se debe el desarrollo de montmorillonita, illita y caolín en las rocas encajantes, así como en los fragmentos de granito englobados en la brecha de cuarzo hidrotermal. Sin embargo, a corta distancia del filón, el proceso queda enmascarado por el desarrollo de minerales arcillosos debidos a la acción meteórica, especialmente en las zonas próximas a la superficie.

Meteorización

Los efectos de la alteración superficial sufrida por el granito encajante se advierten en la ligera caolinización de los feldespatos, los cuales se encuentran sericitizados en la proximidad de las estructuras filonianas. Esto se traduce en que la granodiorita de las zonas superficiales está generalmente muy descompuesta, y por ello se deshace con mucha facilidad.

Los efectos de la meteorización sobre los minerales de uranio se estudian con más detalle al tratar de la evolución supergénica del yacimiento.

LA MINERALIZACIÓN Y LAS GANGAS

La mineralización uranífera de «Valderrascón» está formada por venidas de pechblenda, coffinita y sulfuros de hierro, que impregnan las fisu-

ras o reúnen los fragmentos de una brecha en un filón anterior de cuarzo-apatito (lám. I, 5).

La única ganga que acompaña a los minerales de uranio es el cuarzo jasperoideo, que lo hace siempre en cantidades muy importantes, especialmente cuando precede a la llegada de la pechblenda. Entonces se forman filones de cuarzo blanco o hematítico que atraviesan a los diques de cuarzo blanco pertenecientes a la venida anterior con fosforita.

Minerales hipogénicos

La pechblenda

Macroscópicamente, se la ve siempre ocupando las fisuras del cuarzo brechificado (lám. II, 3). Con luz reflejada se presenta bajo dos aspectos diferentes:

— pechblenda masiva, con estructura concrecionada y fracturas de retracción apenas desarrolladas (lám. I, 5). Es el caso más frecuente.

— pechblenda esferulítica, en esferulitos dispuestos en el borde de las placas de pechblenda masiva (lám. I, 4); rara vez en esferulitos aislados.

No se observan estructuras celulares y los filoncillos de pechblenda suelen ser simétricos. Entonces se ve una deposición alternante de la pechblenda con los sulfuros de hierro y la coffinita.

La pechblenda y la coffinita suelen ir asociadas, y los diagramas de Rayos X muestran siempre líneas pertenecientes a los dos minerales.

En las muestras con pechblenda, este mineral tiene dureza y poder reflector normales, salvo cuando se trata de ejemplares parcialmente oxidados (lám. I, 5), en los que las variaciones de reflectividad revelan el diferente grado de oxidación.

No se han observado reemplazamientos de la pechblenda, pero es muy frecuente la deposición rítmica de un gel complejo urano-sulfurado (lámina II, 2 y 4), especialmente cuando la coffinita acompaña a la pechblenda.

Aspectos anormales de la pechblenda.—Dejando a un lado la menor reflectividad de la pechblenda parcialmente oxidada (lám. I, 5), ya que no se puede decir haya existido formación de parapechblenda desde el momento en que no existe tectonización del mineral, los únicos productos a citar aquí son los óxidos negros.

Estos son muy frecuentes en el yacimiento y relativamente abundantes en la zona supergénica, donde la presencia de sulfuros de hierro constituye un importante factor de reducción (fig. 1). Van acompañados generalmente por sulfuros de hierro coloidales, y el diagrama de polvo cristalino corresponde al de un óxido de uranio. Esto permite asimilarlos a la «neopechblenda» de Geffroy o a la «sooty pitchblende» de los anglosajones (2).

La coffinita

También en este yacimiento, como en casi todos los españoles donde abundan las gangas silíceas («La Virgen», Cardeña, Villar de Peralonso), la coffinita es muy frecuente. Acompaña generalmente a la pechblenda y es tan importante como aquélla desde el punto de vista de la mineralización primaria.

Aunque como ya hemos dicho, la coffinita va unida frecuentemente a la pechblenda, según demuestran los diagramas de difracción de rayos X, puede aparecer también independiente (lám. II, 5). En sección pulida se muestra bajo dos aspectos:

— formando películas que alcanzan como máximo 0,5 mm. de espesor, con aspecto concrecionado, sin fisuras de retracción y alternando con delgadas capas de melnicovita (lám. I, 6);

— en formas esferulíticas, botrioidales, análogas a las de la pechblenda pero sin fisuras de retracción, y dispuestas alrededor de los fragmentos de cuarzo jasperoideo, o rellenando las fisuras de la brecha de cuarzo-apatito (lám. II, 1 y 2). En este caso la melnicovita ocupa siempre el centro de los esferulitos (lám. II, 4 y 5).

La pechblenda y la coffinita se distinguen muy bien en luz reflejada porque este último mineral presenta un color gris con un poder reflector apenas superior al del cuarzo. Entre nicols cruzados muestra reflexiones internas marrones. En sección transparente tiene una clara anisotropía y presenta estructura fibroso-radiada (lám. II, 1 y 2). La deposición de coffinita va acompañada, a veces, por la de cuarzo jasperoideo.

Los datos de observación que se tienen hasta este momento permiten considerar a la coffinita del yacimiento de «Valderrascón» como un mineral primario, pues si bien es cierto que no existen sulfuros depositados posteriormente, las condiciones de formación de la coffinita son análogas a las de la pechblenda.

La pirita-marcasita

Dejando a un lado los sulfuros de hierro pertenecientes a la venida anterior de cuarzo-apatito, la pirita es el más importante de los minerales que acompañan a la pechblenda. Aparece en placas informes o en pequeños cristales que no sobrepasan 1/20 de milímetro.

En general, se deposita antes que la pechblenda y alguna vez inmediatamente después. En el primer caso va acompañada por marcasita (lám. I, 4) en menor proporción.

La melnicovita

La mayor parte de los sulfuros de hierro que se depositan después que la pechblenda (lám. I, 4), y especialmente los que acompañan a la coffinita (lám. II, 5), tienen el aspecto colofórmico, color bronceado y reflectividad de la melnicovita. Entre nicoles cruzados, las delgadas películas (lámina I, 6) o los pequeñísimos esferulitos (lám. I, 4), que no sobrepasan 1/20 de milímetro de diámetro, muestran una ligera anisotropía debida a la estructura fibroso-radiada del mineral.

La melnicovita va acompañada algunas veces por pequeños cristales de marcasita (lám. II, 5).

El cuarzo

Muy abundante, es la única ganga que acompaña a los minerales de uranio. En general corresponde a una variedad de cuarzo jasperoideo, frecuentemente hematítico, a lo que debe normalmente este mineral su aspecto bandeado.

El cuarzo que acompaña a la venida de apatito puede dar lugar a estructuras crustiformes, en peine, y microcristalinas, pero el que se deposita junto a la pechblenda es siempre criptocristalino calcedonioso.

La venida más importante de cuarzo uranífero es anterior al depósito de la pechblenda y dentro de él se ven inclusiones de sulfuros de hierro, pirita y marcasita. Los óxidos de uranio se depositan inmediatamente después, previa fisuración o brechificación del cuarzo (lám. II, 3). El cuarzo posterior a la venida uranífera es más escaso y reemplaza generalmente a los óxidos y silicatos de uranio.

Minerales supergénicos

El número de minerales secundarios de uranio en el filón de «Valderrascón» es realmente escaso, y hasta ahora sólo se han encontrado en los niveles superiores tres especies diferentes: saleíta, autunita y torbernita.

En los niveles profundos, la pechblenda y la coffinita están generalmente intactas y ni siquiera se han llegado a formar gummitas.

La saleíta

Es el más abundante de los fosfatos de uranio en los niveles inferiores, donde aparece junto a los óxidos negros (fig. 1) y cerca de los minerales primarios, pechblenda y coffinita.

Los cristales tabulares, cuadrados, tienen un color castaño análogo al de

la autunita cuando ésta aparece teñida por la limonita, pero no son fluorescentes. Los ensayos microquímicos revelan que junto al magnesio existe una cierta proporción de hierro y los índices de refracción son semejantes a los de la saleíta ferrífera de la mina «Caridad».

Se trata, por tanto, de la variedad de la saleíta ferrífera análoga a la que se encuentra en las pizarras de Salamanca y «Los Ratones», y que parece ser muy frecuente en la Península Ibérica. Suponemos que la razón de esta

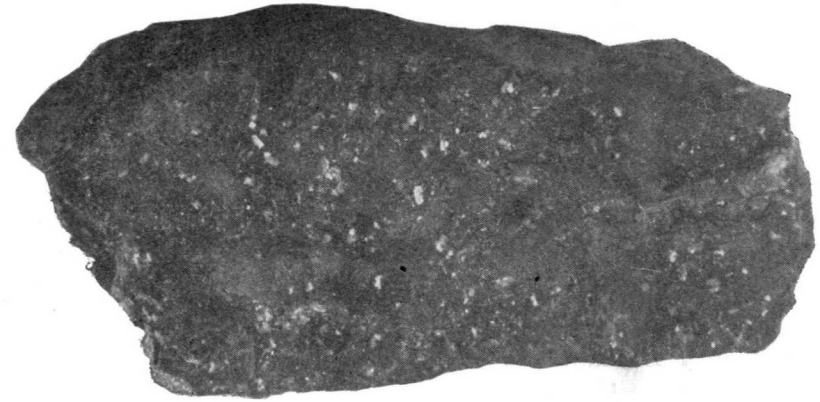


Fig. 1.—Fotografía directa, tamaño natural. Nivel: 40, «Valderrascón». Alburquerque (M. 3.867). Aspecto de un fragmento de cuarzo jasperoideo, más o menos hematizado, cubierto por óxidos negros. Los puntos blancos corresponden a cristales de saleíta ferrífera, formada inmediatamente después de los óxidos de uranio. Todos estos minerales son supergénicos y se forman en las fisuras del cuarzo filoniano.

frecuencia será la misma que ya hemos indicado anteriormente, es decir, la liberación del magnesio contenido en las biotitas durante la baueritización de las granodioritas encajantes.

La autunita

Es el más importante de los minerales secundarios en los niveles superficiales, donde forma costras sobre el cuarzo filoniano o rellena las fisuras del mismo y las diaclasas del granito encajante.

Se trata de una variedad común, y los cristales mayores no son mayores de 2 milímetros.

La torbernita

Muy rara. Solamente se ha visto en cristales aislados, muy pequeños, junto a los de autunita.

La hematites

En los niveles superiores existe una hematización muy pequeña, porque como los sulfuros de hierro están diseminados en el cuarzo jasperoideo, se alteran con mucha dificultad.

CARACTERES METALOGÉNICOS

Paragénesis y sucesión

Ya hemos visto que los minerales que acompañan a la pechblenda son los sulfuros de hierro y que la única ganga, muy abundante, es el cuarzo jasperoideo. Estos caracteres indican que se trata de una mineralización filoniana de baja temperatura encajada en el granito, y que nos encontramos por lo tanto ante un nuevo caso de «yacimientos epitermal uraníferos», de los que tantos ejemplares existen en las formaciones hercinianas europeas, concretamente de Francia y de la Península Ibérica (4).

La sucesión y los minerales de la paragénesis se resumen en el diagrama siguiente (*):

La paragénesis es análoga a la de los yacimientos silíceos con pechblenda y sulfuros de hierro, de los cuales, el primero descrito y que se puede considerar como tipo europeo es el de La Chapelle Largeau, en Vendée (Francia) (5).

Las características del yacimiento español son las siguientes:

— la pechblenda se deposita en zonas destacadas de la granodiorita o de los diques de cuarzo que la atraviesan, lo que indica que la deposición ha sido de tipo tectónico;

— la pechblenda, acompañada por coffinita, se ha depositado de una sola vez junto a los sulfuros de hierro, y concretamente entre dos venidas sucesivas de estos minerales: la primera, de pirita-marcasita; la segunda, de marcasita-melnicovita;

— la única ganga es el cuarzo, que se depositó en su mayor parte an-

(*) El diagrama se ha hecho de acuerdo con las normas empleadas corrientemente, es decir:

— El espesor del trazo corresponde aproximadamente a la abundancia del mineral.

— Las líneas de puntos indican los reemplazamientos y los minerales que intervienen en ellos están rayados de blanco.

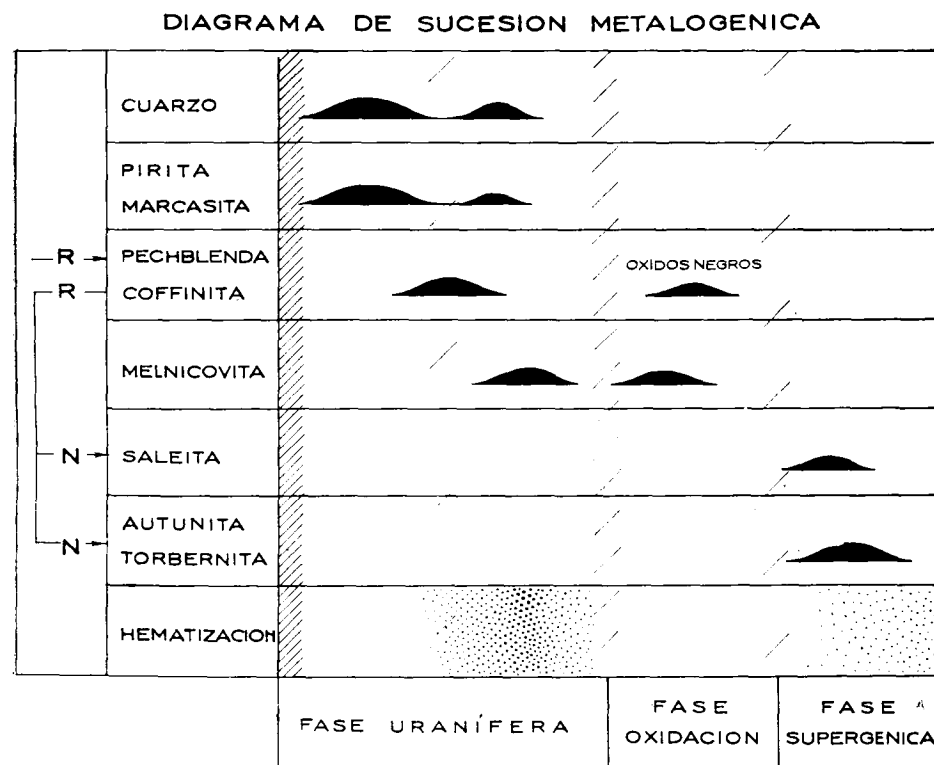
— El rayado oblicuo indica los movimientos tectónicos. Cuanto más intensos son éstos, tanto más apretadas son las rayas.

— A la izquierda, se indican las sustituciones secundarias: las flechas van del mineral reemplazado (R) al de neoformación (N).

tes de la llegada de la pechblenda. Este suele ser de color blanco o grisáceo, mientras que el cuarzo uranífero es generalmente hematítico.

La relación entre la paragénesis y la sucesión del yacimiento de «Valderrascón», es la siguiente:

1.º *Fase uranífera*.—Fracturación y brechificación de la granodiorita ligeramente hematizada y del dique de cuarzo-apatito acompañados por la



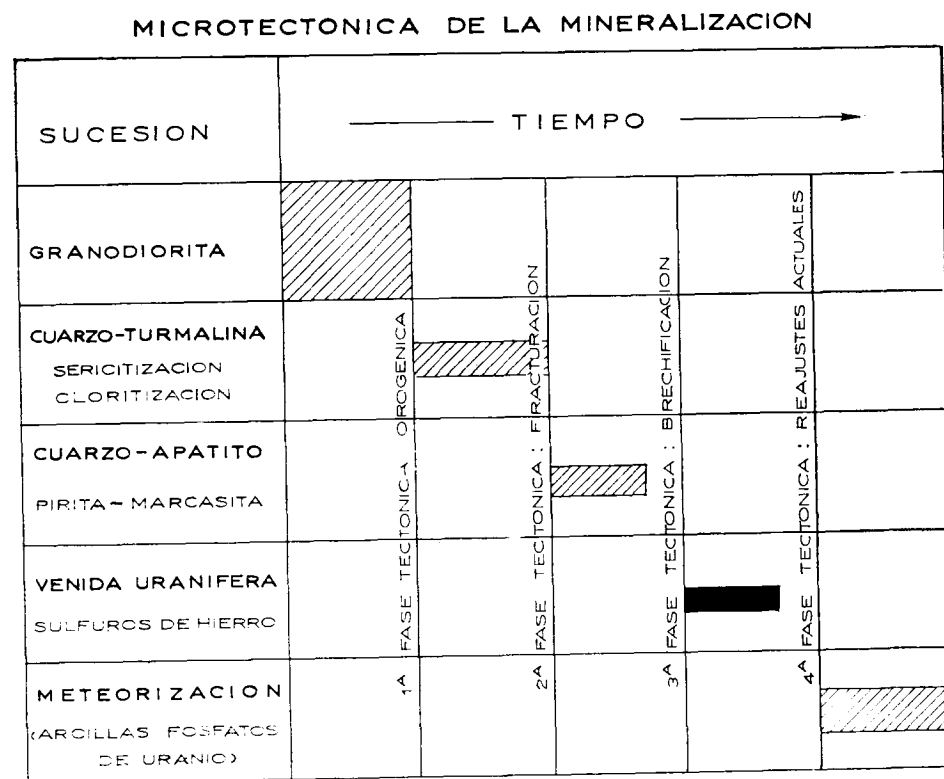
llegada de abundante cuarzo jasperoideo. Inmediatamente después, fisuración y depósito de pechblenda, coffinita y sulfuros de hierro: pirita, marcasita y melnicovita.

2.º *Fase de oxidación*.—Comienza por una ligera fracturación que da lugar a una sobreoxidación parcial de la pechblenda y a la formación de óxidos negros y melnicovita en las zonas de reducción.

3.º *Fase supergénica*.—Pequeños movimientos de reajuste y relleno de las fisuras por minerales secundarios de uranio.

Microtectónica

En el diagrama siguiente se indican los materiales de la serie petrográfica y las fases tectónicas sucesivas que se han podido reconocer al microscopio:



La hematización

A diferencia de lo que ocurre en otros yacimientos españoles de uranio, los procesos de hematización en el yacimiento de «Valdesrrascón» son realmente muy escasos. Se reducen a una ligera limonitización de las granodioritas encajantes, anterior a la venida uranifera y a la formación de jaspe hematítico acompañando a la pechblenda (ám. I, 5).

Tampoco en «Valdesrrascón» se observan los procesos de reducción que existen en otros yacimientos, en el contacto de los minerales primarios de uranio y de los productos sílico-arcillosos resultantes de la alteración de las rocas encajantes o de los que acompañan a la venida filoniana

Origen de la mineralización

No vamos a insistir ahora sobre el origen de este tipo de «yacimientos epitermales de uranio» encajados en los granitos (3), ya que se trata de un problema de gran actualidad que hemos de tratar con más detalle en otra ocasión.

Ahora queremos señalar únicamente las analogías que el yacimiento español tiene con otras mineralizaciones europeas de características semejantes.

Como acabamos de indicar, el primero de esta clase de yacimientos definido en Europa ha sido el de La Chapelle Largeau, situado sobre el borde norte del batolito granulítico de Mortagne y en el contacto con las pizarras del Brioveriense. También aquí la mineralización uranifera consiste en pechblenda y pirita diseminadas en una ganga casi exclusivamente cuarzoza (6).

Los filones atraviesan el granito y la sílice puede ser de dos tipos: una anterior, de color grisáceo, estéril, forma los elementos de la brecha, que aparecen reunidos por la segunda venida de cuarzo microcristalino, rojizo o negruzco, con pechblenda.

La única diferencia consiste en que en el yacimiento francés se han encontrado algunos cristales de galena en los testigos de los sondeos.

Otras mineralizaciones parecidas son las del distrito de Guarda, en Portugal (1), en los que la sucesión paragenética parece ser: 1.º: Cuarzo blanco, 2.º: brechificación, seguida por silificación, y 3.º: llegada de pirita y pechblenda. Los filones se encuentran también encajados en un granito de tipo adamellítico.

Como se ve, en todos estos casos la paragénesis y la sucesión son análogas a las de «Valdesrrascón».

También los rusos (7) han descrito un tipo de asociación paragenética cuarzo-pechblenda-pirita, a la que acompañan pequeñas cantidades de blenda, galena, calcopirita, molibdenita, marcasita y calcita, instalada en reaperturas de filones anteriores formados por una asociación de minerales de mayor temperatura: pirrotina, magnetita, sulfuros BGPC, molibdenita, fluorita, etc.

Es posible que este tipo de yacimientos sea más frecuente en nuestra patria de lo que parece a primera vista, y que una gran parte de las mineralizaciones formadas por productos secundarios, especialmente autunita y torbernita, sobre filones de cuarzo encajados en batolitos graníticos, se deba a un proceso de oxidación de las pequeñas concentraciones de pechblenda que pudieron estar contenidas en dichos filones.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) CAMERÓN, J.: *Structure and origin of some uranium bearing veins in Portugal*. «J. E. N. Tech.», paper 22. Lisboa, 1959.
- (2) GEFROY, J. y SARCIA, J. A.: *Contribution à l'étude des pechblendes françaises*. «Sciences de la Terre», II. Nancy, 1954.
- (3) — — *La notion de gîte epithermal uranifère et les problèmes qu'elle pose*. «Bull. Soc. Geol. France», 6, t. VIII, Paris, 1958.
- (4) — — *Les minerais uranifères français et leurs gisements*. «Inst. Nat. des Scien. et Techn. Nucl.», Saclay, 1960.
- (5) SANSELME, H. y GERSTNER, A.: *Les gisements d'uranium de la Chapelle-Largeau et de la Commanderie (Deux Sèvres)*. «Annales des Mines», VI, 353, 1958.
- (6) SARCIA, J. A.; CARRAT, H.; PUGHON, A.; SANSELME, H.: *Geologie des gîtes uranifères et filonien en France*. Conferencia de Ginebra, P. 1241 (1958).
- (7) TISHKIN, A. I.; TANANAYEVA, G. A.; GLADISNEV, G. D.; MELNIKOV, I. V.; POLIKARPOVA, V. A.; TSIBULSKAYA, M. S.: *Paragenetic associations of hydrothermal uranium minerals in uranium deposits of the Soviet Union*. Conferencia de Ginebra, P. 2201 (1958).

L Á M I N A I

Fig. 1.—Sección transparente, $\times 25$, L. N. Nivel 80, «Valderrascón», Alburquerque (M. 3.244, P. 1.598). El proceso de transformación de la biotita en moscovita es muy corriente en las granodioritas, y la moscovita conserva las inclusiones de circón con halos pleocroicos apenas perceptibles. Obsérvese el fenómeno en el circón situado entre las dos micas, en el centro de la fotografía.

Fig. 2.—Sección transparente, $\times 70$, N. C. Nivel 80, «Valderrascón», Alburquerque (M. 3.153, P. 1.528). El proceso de turmalinización de la granodiorita es muy frecuente. Obsérvese el aspecto de un cristal de ortosa peritica atravesado por venillas de turmalina.

Fig. 3.—Sección transparente, $\times 10$, N. C. Nivel 40, «Valderrascón», Alburquerque (M. 3.245, P. 1.599). Al igual que en otros yacimientos extremeños de uranio, la vena uranifera estuvo precedida por otra anterior de cuarzo y fosforita. Nótese la textura palmeada del apatito acompañado por cuarzo microcristalino.

Fig. 4.—Sección pulida, $\times 25$, L. N. Nivel 40, «Valderrascón», Alburquerque (M. 3.253, P. 370). La llegada de la pechblenda, que siempre va acompañada por coffinita y sulfuros de hierro coloidales, va precedida por una deposición de pirita y marcasita. A estos dos minerales corresponden las placas blancas en los ángulos de la fotografía.

Fig. 5.—Sección pulida, $\times 25$, L. N. Nivel 40, «Valderrascón», Alburquerque (M. 3.523, P. 369). La pechblenda que forma el filoncillo del centro de la fotografía ha sufrido un principio de oxidación, lo que lleva consigo una disminución de la dureza y del poder reflector. Nótese las dos estructuras del cuarzo encajante (el del ángulo superior izquierda es de una variedad crustiforme), que se ponen de manifiesto por su diferente comportamiento.

Fig. 6.—Sección pulida, $\times 70$, L. N. «Valderrascón», Alburquerque (M. 3.523, P. 370). La deposición de un gel complejo urano-sulfurado dio lugar a esta estructura, típica de melnicovita y coffinita. El mineral que tapiza el hueco del ángulo inferior izquierda es marcasita.

L Á M I N A II

Fig. 1.—Sección transparente, $\times 50$, L. N. Nivel 40, «Valderrascón», Alburquerque (M. 3.242, P. 1.596). Aspecto de la brecha de coffinita y melnicovita con fragmentos anteriores de cuarzo y apatito. Los prismas de este mineral destacan por su mayor índice de refracción.

Fig. 2.—Igual campo que la figura 1, N. C. Con los nicóles cruzados, se reconoce mejor la estructura fibroso-radiada de la coffinita y las diferencias entre el cuarzo y el apatito.

Fig. 3.—Muestra pulida, fotografía directa, ampliada dos veces su tamaño. Nivel 40, «Valderrascón», Alburquerque (Badajoz) (M. 3.523, P. 476). En los fragmentos de cuarzo de la brecha silicea mineralizada se notan muy bien las bandas alternantes, más oscuras, teñidas por los óxidos de hierro. La pechblenda y la coffinita (negro) ocupan las fisuras de la brecha y muestran que el depósito de los minerales de uranio tuvo un origen tectónico.

Fig. 4.—Sección transparente, $\times 50$, L. N. Nivel 40, «Valderrascón», Alburquerque (M. 3.523, P. 1.841). Con luz transmitida, se observan mejor las formas concrecionadas de la coffinita y la pechblenda. Las estructuras de los minerales de uranio y de los sulfuros de hierro muestran claramente un modo de deposición coloidal.

Fig. 5.—Sección pulida, $\times 130$, L. N. Nivel 40, «Valderrascón», Alburquerque (M. 3.523, P. 370). Los esferulitos de melnicovita y marcasita aparecen rodeados por la coffinita. El aspecto concrecionado de este mineral es análogo al de la pechblenda, pero con menos poder reflector y sin las típicas fisuras de retracción.

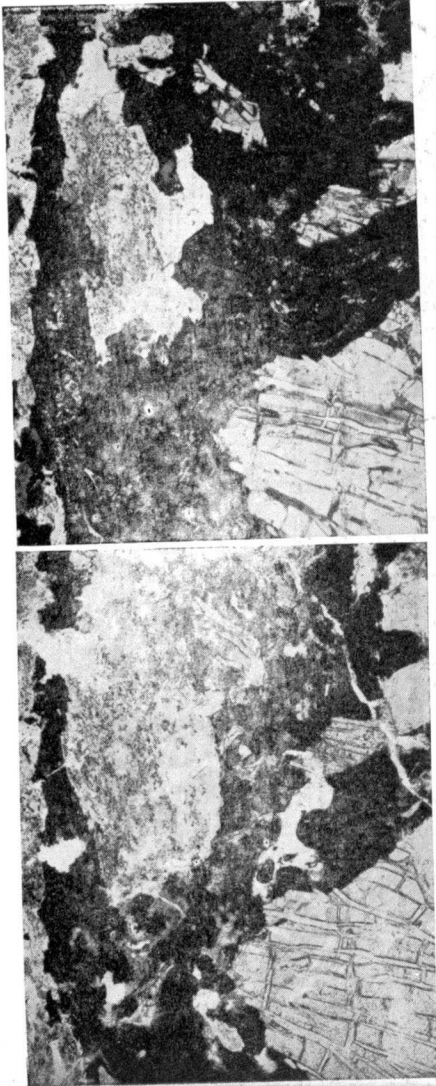


Fig. 1.

Fig. 2.



Fig. 3.

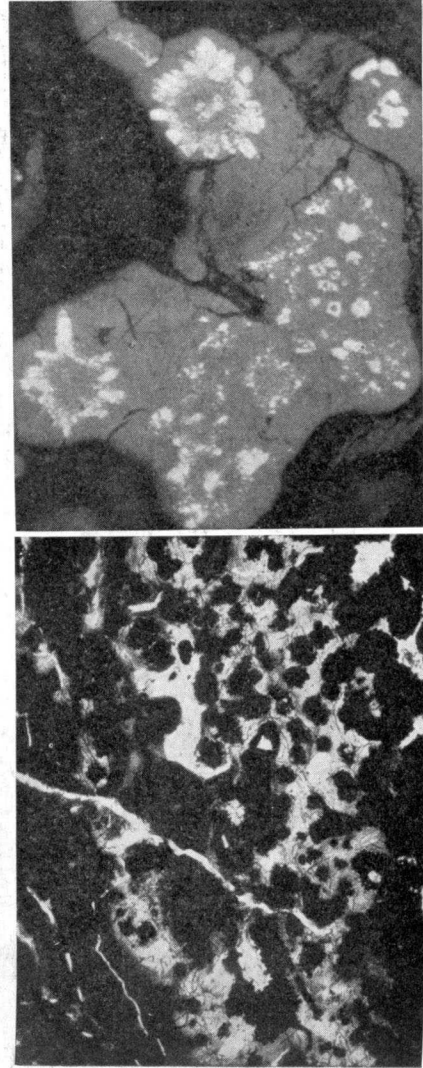


Fig. 4.

Fig. 5.

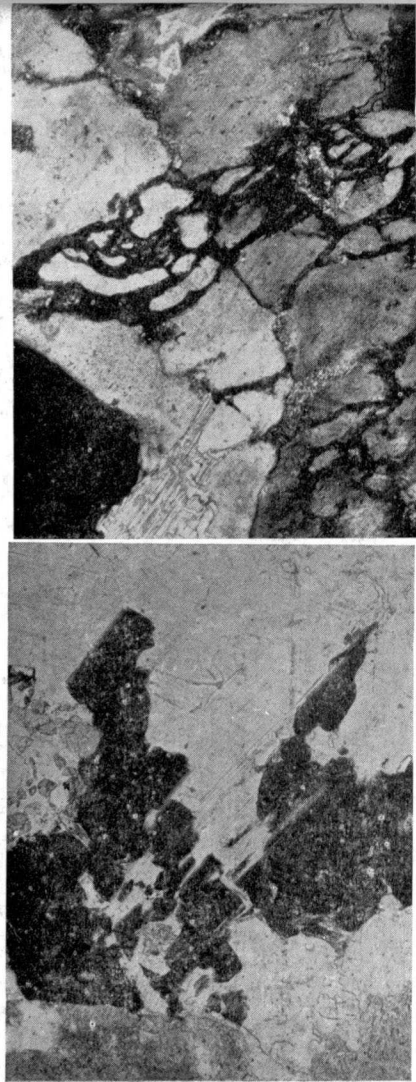


Fig. 1.

Fig. 2.

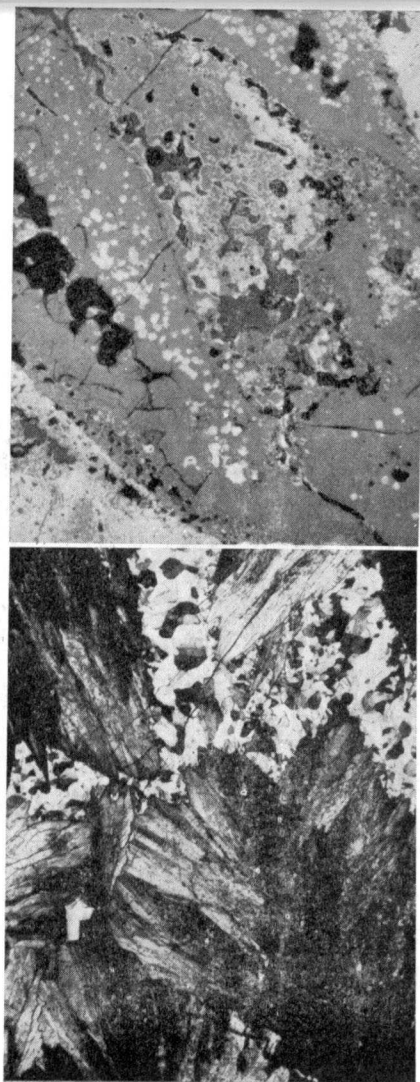


Fig. 3.

Fig. 4.

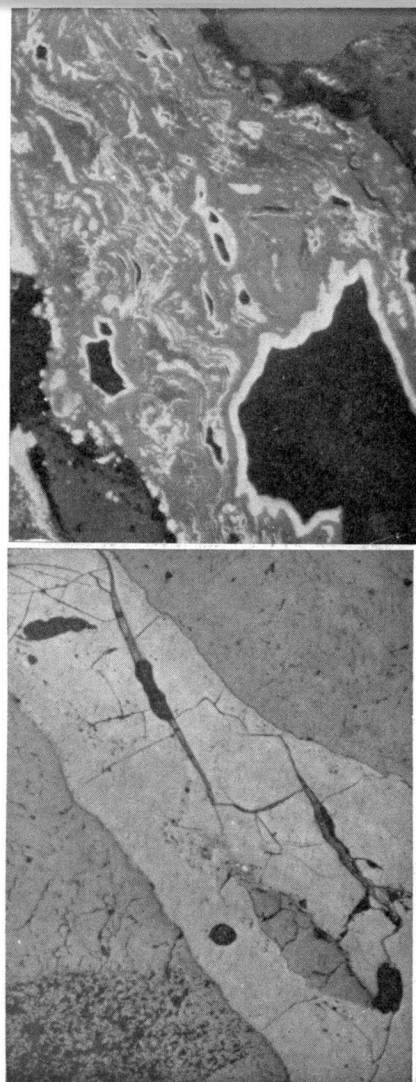


Fig. 5.

Fig. 6.

A. A R R I B A S

MINERALOGIA Y METALOGENIA DE LOS YACIMIENTOS
ESPAÑÓLES DE URANIO. «VALDEMASCANO»
(LUMBRALES, SALAMANCA) (*)

R E S U M E N

El filón «Valdemascaño», situado al E. de Lumbrales, en la provincia de Salamanca, está encajado en uno de los numerosos afloramientos de granodiorita que forman parte del complejo cristalino situado al NW. de esta provincia.

La paragénesis es análoga a la del yacimiento de Urgeiriça, Viseu (Portugal) que consideramos como tipo europeo de los yacimientos silíceos con pechblenda y sulfuros BGFC.

Las características del yacimiento español son las siguientes:

→ la pechblenda se deposita en las zonas dislocadas de un dique de cuarzo que atraviesa la granodiorita.

→ la ganga es únicamente silícea, pero la pechblenda va acompañada por abundante blenda y galena. Los sulfuros de hierro y cobre son, por el contrario, bastante raros.

→ los minerales secundarios de uranio son muy abundantes en los niveles superficiales y aparecen dispersos en las zonas fracturadas de las rocas encajantes.

S U M M A R Y

The «Valdemascaño» deposit, east of Lumbrales, in the Salamanca province, is a long uraniumiferous siliceous vein in a large body of granodiorite, extending towards the north-western side of the province.

The deposit belongs to the paragenetic type: pitchblende-quartz-BGFC sulphides, and it is very similar to that of Urgeiriça, in Viseu (Portugal).

The main features of the Spanish deposit are:

→ pitchblende is filling the cracks in a brecciated quartz vein.

→ quartz is the only gangue, chiefly of a chalcedonic variety. Most of the sulphides are sphalerite and galena, copper and iron sulphides are very rare, and chalcocopyrite is microscopic.

→ most of the ore is oxidized to considerable depth and the secondary uranium minerals are widespread in the joints of the host rocks.

(*) Publicado con permiso de la Junta de Energía Nuclear.

Los trabajos de investigación en el filón «Valdemascaño», situado unos 5 kilómetros al oeste de Lumbrerales, en la provincia de Salamanca, y junto a la carretera nacional que va de esta capital a La Fregeneda, dieron comienzo en noviembre de 1955. En la actualidad, el yacimiento ha sido reconocido por trabajos mineros hasta 120 metros de profundidad y en unos 800 metros de longitud.

LAS ROCAS ENCAJANTES

La mineralización uranífera está localizada en uno de los numerosos afloramientos de granodiorita que forman parte del complejo cristalino situado al noroeste de la provincia de Salamanca, muy cerca ya de la frontera portuguesa, y en una región donde el granito está atravesado frecuentemente por grandes diques de cuarzo. Estos diques alcanzan a veces gran longitud y potencia, y uno de ellos, el de Hinojosa de Duero, muy conocido en España por la belleza de sus cristales de cuarzo, está situado al nordeste y en la misma estructura tectónica que el filón «Valdemascaño».

El granito adamellítico

En la superficie aparece formando grandes berrocales de piedras caballerías, en los que la roca se deshace con relativa facilidad y da lugar al depósito de abundantes arenas graníticas.

En general, la granodiorita es compacta y de grano medio a fino, pero hay ocasiones en que sus minerales aumentan mucho de tamaño y adquiere un aspecto pegmatítico. También es frecuente que los elementos de la roca estén algo orientados, por lo que a veces tiene textura gneílica.

La roca es de colores claros, dado el gran dominio del cuarzo y los feldespatos, y sobre el fondo blanco o grisáceo destacan las láminas de biotita, que muchas veces está cloritizada, y algunas manchas oscuras, mayores, que corresponden a pequeños gabarros.

Al microscopio presenta estructura fanerítica, lipidiomorfa. Sus minerales tienen las siguientes características:

Cuarzo.—Placas xenomorfas, informes o globulosas, con extinción ondulante y en mosaico muy frecuente, lo que demuestra la importancia de las acciones tectónicas.

Microclina.—Cristales alotriomorfos, con tendencia al idiomorfismo en las rocas de grano fino. Entre nicoles cruzados, muestran el típico enrejado debido a las maclas de albita y periclina, aunque muchas veces están también maclados según la ley de Carlsbad. $2V$ varía alrededor de -80° .

Las estructuras pertíticas son muy frecuentes, así como las inclusiones aisladas de cristales idiomorfos de plagioclasa. La microclina de los ejemplares próximos al filón suele estar ligeramente caolinizada.

Plagioclasas.—Generalmente algo sericitizadas, corresponden a una andesina ácida (32 por 100 An), maclada según las leyes de la albita, albita-Ala y Carlsbad.

Las plagioclasas pertenecientes a los granitos de mayor tamaño de grano son algo más ácidas (28 por 100 An), pero, sin embargo, no se han visto plagioclasas zonadas.

Las maclas están algo onduladas en las rocas próximas a la zona filoniana, donde también aumenta la sericitización y el desarrollo de moscovita a expensas de los feldespatos.

Micas.—La granodiorita es siempre de dos micas, aunque suele dominar ligeramente la moscovita. Esta se presenta bajo dos aspectos diferentes:

— en grandes láminas, distribuidas irregularmente, con planos de exfoliación muy marcados y bordes desflecados. Son frecuentes en ella las inclusiones de apatito y la asociación con láminas de biotita, generalmente cloritizada;

— en cristales pequeños, escamosos, dispersos por toda la roca y distribuidos a veces de tal manera, en forma de hiladas sinuosas, que cuando se les observa entre nicoles cruzados parecen recordar la existencia de una estructura pizarrosa anterior, sobre la que hubieran recrystalizado el cuarzo y los feldespatos.

La biotita, por su parte, suele estar siempre cloritizada. Aparece generalmente en forma de láminas hexagonales asociadas a la de moscovita y con numerosas inclusiones de apatito y circón, especialmente del primero, rodeados de halos pleocroicos. También, como consecuencia de la cloritización, son muy frecuentes en ella las agujas de rutilo.

Minerales accesorios.—Son muy frecuentes el apatito y el circón, pero sin llegar a sobrepasar los valores normales en esta clase de rocas. El más abundante es el apatito, que además de estar incluido en las micas aparece también formando prismas hexagonales de mayor tamaño, dispersos por toda la roca.

En ciertas ocasiones se ven algunos cristales de turmalina.

La composición mineralógica, calculada con el contador de puntos, es muy parecida en los dos tipos de roca: la de grano grueso (1) y la de grano fino a medio (2).

	(1)	(2)
Cuarzo	28	36
Microclina	29	26
Plagioclasas	32	28
Moscovita	7	5
Biotita	4	5
Total	100	100

El cómputo modal se ha realizado midiendo varios ejemplares de rocas de cada serie y hallando su valor medio. En ambos casos los resultados son análogos: se trata de granitos adamelíticos, tipo *granodiorita*.

Hay que advertir, sin embargo, que en muchos ejemplares la relación entre los feldespatos potásicos y los calcosódicos permite considerar a la roca como una *cuarzomonzonita*, aunque los valores medios indican finalmente un predominio de las plagioclasas sobre la microclina.

Los diques de cuarzo

Los numerosos diques de cuarzo que, como ya hemos dicho, atraviesan el granito en esta parte de la provincia de Salamanca, son generalmente de gran longitud y potencia variable.

La mineralización uranífera de «Valdemascaño» se encuentra en el contacto de uno de ellos, formado por cuarzo generalmente microcristalino y jasperoideo, al que acompañan otros sulfuros metálicos. Sin embargo, los grandes diques, de varios centenares de metros de longitud, suelen ser anteriores a la venida uranífera.

Las deformaciones tectónicas

Las acciones tectónicas que han actuado sobre los granitos encajantes de la mineralización han hecho sentir sus efectos hasta zonas bastante alejadas de las estructuras filonianas. Se puede decir, por tanto, que la tectonización afectó a todo el batolito y que las deformaciones son contemporáneas de las que se produjeron sobre las rocas metamórficas de la región, gneis y micacitas, como consecuencia de la orogenia herciniana.

Debido a ello, es posible ver cómo los feldespatos y el cuarzo de las adamelitas, especialmente las de grano grueso, están ligeramente orientados, y lo mismo ocurre con las pequeñas manchas de gabarros.

Al microscopio se comprueba que las deformaciones alcanzan gran intensidad dentro o en el contacto de las zonas filonianas. En ellas la roca empezó por fracturarse, apareciendo estructuras cataclásticas en las que tuvo lugar una recristalización del cuarzo y de las micas, especialmente en el borde de los feldespatos y en las fisuras que atraviesan estos minerales.

Cuando la cataclasis está muy avanzada, la granodiorita se convierte en una auténtica milonita (lám. I, 1). Entonces, los feldespatos quedan reducidos a una masa de productos sericiticos, mientras que el cuarzo, completamente triturado, forma placas informes, alargadas en el sentido de la deformación, y con extinción ondulante. Sólo algunas láminas de moscovita

se salvan de la milonitización y permanecen en la roca formando hiladas flexuosas intercaladas con las bandas de cuarzo.

Es en estas zonas, tan afectadas por las presiones, donde se han instalado posteriormente las formaciones filonianas de tipo hidrotermal. Y, así, sobre el fondo de cuarzo y sericita originado durante la cataclasis, destacan las venillas de cuarzo crustiforme, al que acompañan frecuentemente sulfuros metálicos.

TRANSFORMACIONES DE LAS ROCAS ENCAJANTES

De las transformaciones sufridas por las granodioritas encajantes, unas son anteriores a la venida uranífera y tienen carácter regional: la sericitización y la cloritización. Otras, por el contrario, están íntimamente relacionadas con la venida de los sulfuros y de la pechblenda, a la que preceden o acompañan. Son la silicificación-hematización y la arcillización-jasperización.

Por último, hay que citar también la meteorización, que alcanza relativa importancia cuando se desarrolla sobre las zonas de fractura.

Sericitización

Este proceso de alteración tiene únicamente importancia cuando se trata de rocas cataclásticas, ya que la alteración del granito sólo ha dado lugar a una ligera sericitización de las plagioclasas que es, probablemente, consecuencia de la alteración de las biotitas, ya que el potasio liberado durante la cloritización fue a fijarse sobre los feldespatos calcosódicos.

En las zonas tectonizadas, por el contrario, la transformación de las plagioclasas en productos arcillosos de naturaleza sericitica es completa (lámina I, 1), y de los feldespatos no queda absolutamente nada.

Cloritización

Es muy intensa en toda la zona, donde no es fácil encontrar granitos con biotita fresca. Esto demuestra que se trata de un proceso de tipo regional, durante el cual las granodioritas quedaron sometidas a un ambiente geológico de presión, temperatura y aporte de agua muy diferente al que existía cuando ellos se formaron.

La cloritización es más intensa en las zonas cataclásticas, donde la clorita acaba por transformarse finalmente en sericita, y en aquellas otras que han sufrido directamente las acciones hidrotermales. Concretamente, en la inmediata vecindad del filón «Valdemascaño».

Silicificación y hematización

De los dos procesos, el primero tiene una gran extensión y se produjo como consecuencia de las acciones tectónicas sufridas por las rocas de la zona, lo que favorecieron la movilización del cuarzo y su posterior distribución durante los procesos hidrotermales.

Ello ha dado lugar, primero, a la formación de los grandes diques de cuarzo blanco, estériles, que atraviesan el granito; y después, a la silicificación total de la granodiorita encajante de la mineralización.

Cuando se la observa al microscopio, la roca aparece transformada en una masa sericitica, con restos de moscovita o microclina sin alterar, completamente impregnada por venillas de cuarzo microcristalino o jasperoideo, algunas veces «en peine», y mineralizada en sulfuros metálicos y pechblenda.

Las primeras venidas de jaspe pueden ser hematíticas y es entonces cuando se produce una ligera hematización de la roca encajante, pero sin que este proceso llegue a alcanzar nunca un valor importante (lám. I, 2)

El cuarzo cristalino, por su parte, puede ser ahumado y da lugar a estructuras crustiformes alternando con bandas de cuarzo lechoso.

Arcillización-jasperización

Estos dos procesos son casi simultáneos con los anteriores, puesto que comprenden el conjunto de transformaciones sufridas por la granodiorita encajante como consecuencia de la venida uranífera. Ahora bien, la jasperización tiene aquí mucha menos importancia que en la fase anterior, ya que sus efectos se reducen a la formación de cuarzo calcedonioso y jasperoideo, pero únicamente dentro de la estructura filoniana.

La arcillización, sin embargo, es muy extensa, pues la alteración hidrotermal se produjo sobre unos materiales muy cloritizados y sericitizados por las acciones tectónicas. Por este motivo, son muy frecuentes y abundantes en la estructura filoniana los materiales arcillosos, especialmente en las salbandas, así como ciertos nódulos con aspecto de grasa que aparecen esporádicamente en el granito brechificado y que están constituidos por sepiolita alfa y nontronita (lám. III, 3).

Meteorización

Al igual que ocurre con todas las rocas cristalinas de la provincia de Salamanca, la alteración meteórica de las granodioritas en la zona de «Valdemascaño» es muy grande. Ello se debe a que la región ha sido afectada

por los últimos movimientos de la orogenia alpina, lo que dió lugar al encajamiento de la red fluvial, y esto, unido a la aridez del clima, determina que la zona de alteración alcance profundidades considerables.

Así, los feldespatos han sufrido una ligera caolinización, y como ésta ha venido a unirse con la alteración producida anteriormente por las acciones hidrotermales, la roca se deshace con facilidad, dando lugar a depósitos aluviales formados por arenas graníticas.

Los efectos de la meteorización sobre los minerales de uranio y sus acompañantes se estudian con más detalle en el apartado siguiente, al tratar del proceso de alteración supergénica del yacimiento.

LA MINERALIZACIÓN Y LAS GANGAS

Macroscópicamente, la mineralización uranífera de «Valdemascaño» se presenta en forma de venillas de pechblenda que rellenan las fisuras producidas en una brecha de cuarzo y sulfuros BGPC.

El cuarzo del filón, generalmente de tipo jasperoideo y calcedonioso, está triturado e impregnado por los minerales secundarios de uranio, principalmente torbernita, pero sin que la dispersión de éstos sea importante fuera de la propia estructura filoniana.

Minerales hipogénicos

La pechblenda

Como es visible a simple vista, se presenta generalmente rodeada por gummitas amarillas o naranjas y formando placas aisladas sobre el cuarzo o rellenando las fisuras de este mineral y de los sulfuros acompañantes.

Al microscopio se presenta bajo dos aspectos diferentes:

— masiva, formando estructuras concrecionadas que ocupan las fisuras del cuarzo o de los otros minerales de la roca (lám. I, 5), y

— esferulítica, con los esferulitos dispuestos en el borde de las placas de pechblenda masiva o moldeando en guirnalda los cristales idiomorfos de cuarzo y los fragmentos de los sulfuros metálicos (lám. I, 3 y 4). El tamaño de los esferulitos no sobrepasa 1/3 mm., y en alguna ocasión dan lugar a la formación de estructuras celulares.

La pechblenda está moldeada siempre por los minerales secundarios de uranio, principalmente la torbernita (lám. I, 3 y lám. I, 5).

En las muestras estudiadas hasta ahora, la pechblenda tiene dureza y poder reflector normales, pero las fisuras de retracción apenas si están desarrolladas. Ahora bien, en la mayoría de los casos la pechblenda está muy oxidada y se ha transformado en coracita (lám. I, 6).

No se han observado reemplazamientos pasivos, pues la pechblenda ha sido el mineral metálico formado en último lugar. Sin embargo, son frecuentes los reemplazamientos activos, concretamente de la biotita (lám. I, 5), que aparece sustituida por los óxidos de uranio introducidos a favor de los planos de exfoliación.

Aspectos anormales de la pechblenda.—Después del depósito de la pechblenda no han existido en el yacimiento más dislocaciones que los movimientos de reajuste actuales. Por este motivo, sólo ha existido una ligera movilización de los óxidos de uranio que ha dado lugar a la formación de parapechblenda.

Oxidos negros.—Los fenómenos de reducción que han tenido lugar localmente en la zona supergénica han conducido a la formación de óxidos negros. Estos minerales son relativamente frecuentes en las zonas donde abunda la blenda, y allí aparecen formando delgadas películas sobre la superficie de sus cristales o de los materiales sílico-arcillosos que forman el filón. Corresponden a la «neo-pechblenda» de Geffroy o a la «sooty-pitchblende» de los anglosajones (4).

La niquelina

Representa este mineral un accidente mineralógico en la paragénesis de «Valdemascaño», pues sólo se han visto muy pequeños y escasos cristales que parecen ser anteriores a los demás sulfuros.

Siempre están asociados a cristales idiomorfos, más pequeños aún, de pirita y marcasita, de los que se diferencian muy bien por su color rosa y clara anisotropía. Esta permite distinguir que las placas de niquelina están formadas por un agregado de cristales con estructura en mosaico, dispersos en el cuarzo filoniano anterior a la venida uranífera o rellenando las fisuras del mismo.

La pirita-marcasita

Aunque los sulfuros de hierro son escasos en «Valdemascaño», los dos son relativamente frecuentes y aparecen en varias fases de la mineralización.

En la primera acompañan a la niquelina. El más abundante es entonces la marcasita, que forman cristales idiomorfos que no sobrepasan 5/100 de milímetro.

En la segunda fase aparecen cantidades subordinadas junto a los sulfuros B.G.P.C. El más frecuente es ahora la pirita (lám. II, 3), aunque los cristales de marcasita fibrosa tienen mayor tamaño.

Finalmente, una tercera venida de menor importancia acompaña a los minerales de uranio, siendo en este caso igualmente frecuentes la pirita y la

marcasita. Sobre estos cristales se deposita generalmente la calcosina en la zona de cementación (lám. II, 1).

La blenda

Es el más abundante de los sulfuros metálicos y puede llegar a formar masa de más de un kilo de peso.

Macroscópicamente se la ve formando costras de diferente espesor alrededor de los fragmentos del granito y cuarzo hidrotermal que forman la brecha filoniana (lám. II, 2). En general, se trata de una variedad oscura bastante ferrífera, aunque también existen en mucha menor proporción cristales acaramelados.

El examen microscópico y el ataque con solución sulfúrica de Mn_4O_4K muestran que la blenda está formada por un agregado de grandes cristales que poseen maclas bien desarrolladas. Las variedades acarameladas se iluminan vivamente por las reflexiones internas cuando se las observa entre nicoles cruzados.

La deposición de la blenda va acompañada generalmente por la de cuarzo microcristalino, o bien la llegada de este mineral precede inmediatamente a la del sulfuro de zinc. En este último caso, la blenda se dispone alrededor del cuarzo (lám. II, 2) u ocupa las fisuras del mismo, ya que siempre es el último sulfuro en depositarse.

La galena

Es el sulfuro más abundante después de la blenda. Forma cristales idiomorfos cuya sección varía entre medio milímetro y varios centímetros.

Siempre es anterior a la blenda (lám. II, 2) y posterior a la pirita y calcopirita que la acompañan en la venida de sulfuros B.G.P.C. (lám. II, 3) que precede a la llegada de la pechblenda.

Sobre sus cristales se forman frecuentemente productos oxidados de plomo (lám. II, 4), grisáceos, que se iluminan con las reflexiones internas.

La calcopirita

Muy rara, sólo aparece en pequeños cristales que no sobrepasan 1/10 de milímetro. Generalmente están incluidos en la blenda o en el borde de las placas de galena (lám. II, 3), pero no existen exsoluciones de calcopirita en la blenda.

El cuarzo

Esta es la única ganga que existe junto con la pechblenda y los sulfuros metálicos.

El que llega con la niquelina y piritita es blanco y microcristalino. El que acompaña a los sulfuros B.G.P.C. es generalmente de tipo calcedonioso y jasperoideo (lám. I, 2), aunque pueden existir también variedades «en peine» (lámina II, 2).

Cuando es hematítico (lám. III, 1 y 2) puede dar lugar a estructuras zonadas. A veces es ahumado, pero esto no es frecuente.

Finalmente, el que acompaña a la pechblenda es siempre jasperoideo, hematítico o no, y da lugar a concreciones cavernosas en las que se han formado frecuentemente geodas de minerales secundarios.

Minerales supergénicos

Un cierto número de minerales secundarios de uranio aparece en el filón o en las fisuras de las rocas encajantes como consecuencia de la alteración supergénica. Unos se deben a la alteración *in situ* de la pechblenda. Otros se han depositado a cierta distancia de los minerales primarios y son muy abundantes en los niveles superficiales.

Las gummitas

Los primeros productos de oxidación *in situ* de la pechblenda se encontraron en el nivel 80, donde es frecuente ver, sobre los materiales filoniosos, placas negras, marrones, amarillas y naranjas que corresponden a gummitas. En general, epigenizan la pechblenda y se presentan igual que ella, en concreciones más o menos botrioidales o como filoncillos que rellenan las fisuras del cuarzo.

Las variedades oscuras y naranjas tienen fractura concoidea, las primeras brillo craso, y las segundas vítreo. Las variedades amarillas tienen fracturas pulverulentas y son las más abundantes.

Las gummitas oscuras son de dos clases. Las negras, con reflexiones internas verde oscuro, pueden considerarse como pechblendas sobreoxidadas análogas a las coracitas y pittinitas de los antiguos autores o a la «pechblenda parcialmente oxidada» de Frondel (3). En ellas, las diferencias de dureza y poder reflector ponen en relieve la estructura anular de la pechblenda (lámina I, 6).

Las variedades marrones, por su parte, son transparentes en lámina delgada, por lo que sólo se pueden reconocer en sección pulida (lám. III, 1 y 2) cuando se observan entre nicols cruzados. El análisis microquímico revela la presencia de Ca y Pb junto al uranio, lo que permite suponer que esta variedad corresponde a una clarkeita (6).

Las gummitas naranjas son muy escasas, aunque es, sin embargo, «Valdemascaño» el yacimiento español donde aparecen con más frecuencia.

Por el color, exfoliación y resultados del análisis microquímico (nada de Ba y muy poco de Pb y Ca) parecen corresponder a becquelerita, pero el estudio por rayos X no se ha hecho todavía.

Las gummitas amarillas son, por el contrario, las más abundantes. Se encuentran con relativa frecuencia en las zonas más mineralizadas, donde forman concreciones en el cuarzo (lám. III, 4) y en los materiales sílico-arcillosos procedentes de la alteración del granito encajante, o filoncillos que atraviesan el cuarzo hidrotermal y que corresponden a otros anteriores de pechblenda totalmente epigenizada.

El análisis microquímico y los diagramas de polvo cristalino demuestran que están formados principalmente por uranotilo alfa y parsonsita, constituyendo este último mineral las costras de aspecto arcilloso que forman la parte exterior de las concreciones de gummita amarilla.

El estudio de estas costras con el microscopio electrónico revela también la existencia de prismas alargados de parsonsita (lám. III, 5) perfectamente reconocibles. La réplica de carbón permite incluso distinguir el carácter polisintético y la terminación en espátula de sus cristales, lo que se debe también a la sucesión de domos que cortan a (100), según ángulos de 78°, 82° y 137° (1).

La torbernita

Es el más abundante de los minerales secundarios. Aparece siempre en cristales aplanados según (001) de límites netos y generalmente cuadrangulares. Frecuentemente se ven también agregados laminares, subparalelos, de sección cuadrada. Los cristales octoédricos bien desarrollados son excepcionales y los cristales tabulares con caras (100), (101) y (001), son raros. Los colores van desde el verde oscuro, casi negro al verde manzana, y el brillo puede ser vítreo o nacarado.

Desde el punto de vista óptico, los cristales son aberrantes y las tintas de polarización varían de azul a lila, lo que se debe a la fuerte dispersión.

Los índices de refracción aumentan con la deshidratación y para la mayoría de los cristales medios se han obtenido los siguientes resultados:

$$n_e = 1.625 \pm 0.002, \text{ verde}$$

$$n_o = 1.620 \pm 0.002, \text{ gris-azul pálido}$$

lo que hace suponer que en algunos casos pueda tratarse de meta-torbernita.

La autunita

Menos frecuente, los cristales son siempre laminares, de sección cuadrada y muy fluorescentes. No presentan por lo tanto características especiales.

Los cristales de autunita eran más abundantes en las zonas superficiales pues en los niveles profundos están generalmente mezclados con las gummitas y los materiales arcillosos (lám. III, 4).

La parsonsita

Es bastante frecuente en «Valdemascaño», aunque no abundante, y ha sido en esta mina donde la hemos encontrado por primera vez en España.

En general, aparece siempre muy próxima a la pechblenda, y ya hemos dicho que es la principal componente de las costras exteriores de las gummitas amarillas. Su presencia se debe a la abundancia de galena en el yacimiento.

Cuando crece en las cavidades del cuarzo calcedonioso que acompaña a la vena uranífera, da lugar a pequeñas pero espléndidas drusas y geodas, en las que los cristales prismáticos, alargados según el eje *c* y aplanados según la cara (010), alcanza hasta 2 mm. de longitud.

En general, son polisintéticos y curvados en forma de espátula. Forman también agrupaciones fibrosas abiertas en abanico, cuyos cristales presentan la característica terminación en bisel (lám. III, 6). El ángulo más frecuente entre las caras (100) y (101) es $78^\circ \pm 2^\circ$. El color varía de amarillo paja a pardo amarillento y son translúcidos u opacos.

En luz transmitida los cristales son negativos biáxicos, con $2V = 16$, de color amarillo muy pálido y no pleocroicos. Los índices de refracción son variables:

$$\begin{aligned} n_g &= \text{de } 1.845 \text{ a } 1.855 \\ n_p &= \text{de } 1.825 \text{ a } 1.835 \end{aligned}$$

La renardita

Sólo la hemos encontrado, en muy raras ocasiones, formando costras pulverulentas sobre las paredes de las fisuras y cavidades del cuarzo o de los sulfuros que acompañan a la pechblenda.

El análisis microquímico revela la existencia de Pb, P y U, y el color es amarillo dorado.

El uranotilo alfa

Muy escaso, aparece únicamente en costras fibroso-radiadas formadas por cristales aciculares finísimos de color blanco amarillento, que crecen sobre los cristales aplanados de torbernita.

La calcosina

La hemos encontrado en la tercera planta de «Valdemascaño», a los 80 metros de profundidad, asociada casi constantemente a la pechblenda (lá-

mina II, 6 y lám. III, 1 y 2) o a los sulfuros de hierro (lám. I, 6 y lámina II, 1).

Generalmente gris, pero a veces de tipo azulado. El ataque nítrico muestra en todos los casos que se trata de la variedad ortorrómbica, de baja temperatura, y no de cobres grises. Solamente en una ocasión hemos visto un pequeño cristal de calcopirita transformado periféricamente en calcosina. En todos estos casos, la calcosina aparece formando cristales y placas o dando lugar a estructuras esqueléticas que parecen deberse al reemplazamiento de algún otro mineral (lám. IV, 5), probablemente la calcopirita.

En la zona de oxidación la calcosina está frecuentemente transformada en cobre nativo (lám. II, 5).

El cobre nativo

En la planta 120, probablemente en el límite inferior de la zona de oxidación, se ven algunas inclusiones puntiformes de cobre nativo (lám. II, 5) formado por oxidación de los minerales de cobre, concretamente de la calcosina, con la que generalmente está relacionada.

La covelina

Muy rara, es indudablemente supergénica y procede de la alteración de los sulfuros de cobre, especialmente de la calcosina.

La hematites

Francamente escaso, se reduce a la escasa limonita que tienen los materiales filonianos y el granito encajante.

CARACTERES METALOGÉNICOS

Paragénesis y sucesión

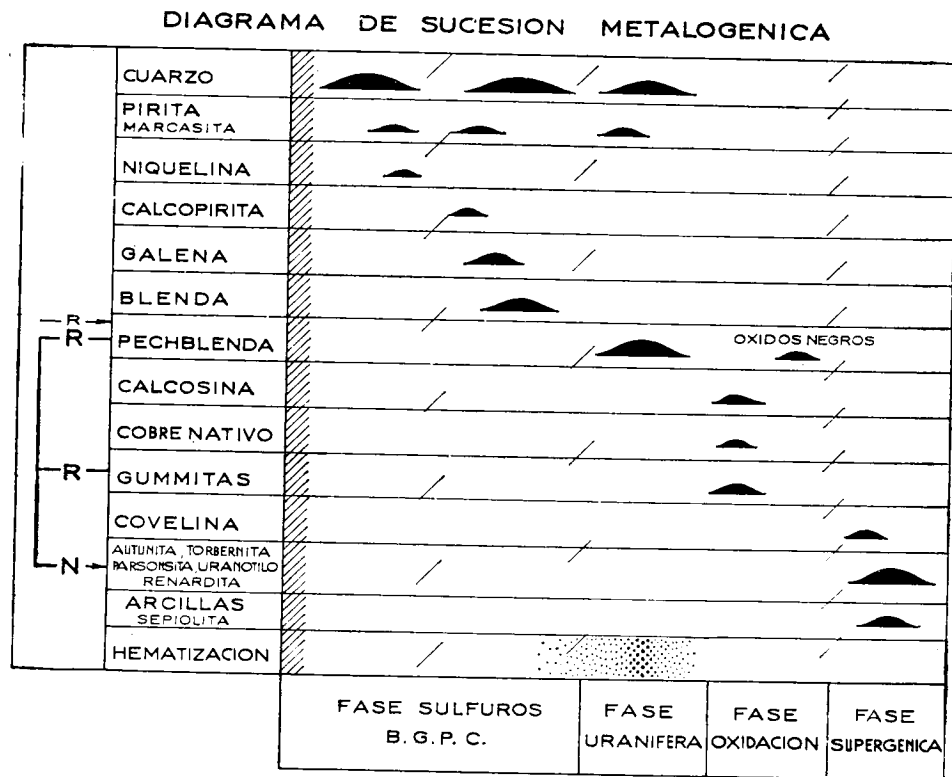
Como ya hemos indicado anteriormente, los únicos minerales que acompañan a la pechblenda son el cuarzo calcedonioso y los sulfuros B.G.P.C. Estos caracteres permiten incluir el yacimiento entre los «filonianos epitermales encajados en granitos» (5). Sin embargo, la presencia de niquelina, anterior a los demás minerales metálicos, hace pensar que en el yacimiento pueden existir transiciones hacia una paragénesis de tipo mesotermal.

La sucesión se ha resumido en el diagrama siguiente (*):

(*) El diagrama se ha hecho de acuerdo con las normas empleadas corrientemente, es decir:

La paragenesis es análoga a la del yacimiento de Urgeirica, Viseu (Portugal), que consideramos como tipo europeo de los yacimientos silíceos con pechblenda y sulfuros B. G. P. C. Las características del yacimiento español son las siguientes:

— la pechblenda se deposita de una sola vez en las zonas dislocadas del dique de cuarzo que atraviesa a la granodiorita;



— la ganga es únicamente silícea, pero va acompañada por abundante blenda y galena. Los sulfuros de hierro y cobre son, por el contrario bastante raros;

— existencia de niquelina, precediendo a los sulfuros B. G. P. C.

— la abundancia de minerales secundarios de uranio en la superficie y la dispersión de los mismos en las zonas laminadas de la roca encajante.

El espesor del trazo corresponde aproximadamente a la abundancia del mineral.

Las líneas de puntos indican los reemplazamientos, y los minerales que intervienen en ellos están rayados de blanco.

El rayado oblicuo indica los movimientos tectónicos. Cuanto más intenso son éstos, tanto más apretadas son las rayas.

A la izquierda se indican las sustituciones secundarias: las flechas van del mineral reemplazado (R) al de neoformación (N).

La relación entre la paragenesis y la sucesión, en el yacimiento de «Valdemascaño» es la siguiente:

1.º Fase Sulfuros B. G. P. C.—Fracturación de la granodiorita y del cuarzo que la atraviesa. Llegada de los sulfuros B. G. P. C. precedidos por una pequeña vena níquelífera.

2.º Fase uranífera.—Depósito de la pechblenda y de la calcosina. Todo ello precedido de una ligera fisuración de los materiales filonianos.

3.º Fase de oxidación.—Continuando la fase anterior, sin interrupción visible, sigue la fase de oxidación, con formación de cobre nativo y óxidos negros de uranio.

4.º Fase supergénica.—Precedida por pequeños movimientos de reajuste, se forman en ella los minerales secundarios de uranio y abundantes arcillas, y tiene lugar simultáneamente la dispersión de estos materiales en las fisuras del cuarzo filoniano y de las rocas encajantes.

Microtectónica

En el diagrama siguiente se clasifican cronológicamente los materiales de la serie petrográfica, indicando al mismo tiempo las facies tectónicas sucesivas según han sido observadas al microscopio.



La hematización

Los procesos de hematización tienen poca importancia en el conjunto del yacimiento, pero sus efectos son interesantes.

Así, la granodiorita y los productos silico-arcillosos que acompañan a la pechblenda suelen estar teñidos en alguna ocasión por los óxidos de hierro. En este caso se ha observado también la existencia de un proceso de reducción análogo al que tiene lugar en otros yacimientos españoles, en el contacto de la pechblenda con los materiales hematizados, y que se pone de manifiesto por la existencia de una banda decolorada alrededor de los fragmentos de dichos materiales.

Origen de la mineralización

Como acabamos de indicar, la mineralización de «Valdemascaño» pertenece al tipo de formaciones silíceas con pechblenda masiva y sulfuros B. G. P. C. encajados en granitos. El aspecto del cuarzo, calcedonioso o jaspeoideo, demuestra que se trata de una formación de baja temperatura. Sin embargo, la abundancia entre los sulfuros B. G. P. C. de un tipo de blenda con alto contenido en hierro, así como la existencia de niquelina hacen suponer que pueda existir el tránsito hacia una paragénesis de tipo mesothermal.

El yacimiento más representativo de este tipo de mineralizaciones es el portugués de Urgeirica, porque otros del vecino país que también poseen asociaciones paragenéticas análogas, por ejemplo, los del distrito de Reboleiro, sólo tienen óxidos negros como minerales tetravalentes de uranio.

Según Cameron (2), la sucesión minera^l en Urgeirica es la siguiente: 1, cuarzo; 2, cuarzo con calcopirita, blenda y galena; 3, óxidos negros (alguna vez, pechblenda masiva), pirita y escasa calcita.

Como se ve, es muy parecida a la «Valdemascaño», aunque en el yacimiento portugués existen también pequeñas cantidades de fluorita junto a la calcita, minerales ambos que no aparecen en «Valdemascaño».

En Francia, el yacimiento más parecido es el de Saint-Symphorien-de-Marmagne, situado en los granitos granulíticos al norte del Macizo Central francés, donde también casi toda la pechblenda se ha transformado en óxidos negros (4). Pero, a diferencia de «Valdemascaño», en el yacimiento francés son muy abundantes las gangas calizas.

Una paragénesis de pechblenda con sulfuros B. G. P. C., especialmente blenda, ha sido descrita también en la U.R.S.S., pero en este caso la mine-

ralización uranífera está asociada a pórfidos cuarcíferos, graníticos y cuarzo-sieníticos, por lo que debe tratarse probablemente de una formación de cadenas orogénicas recientes (7).

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ARRIBAS, A. y CATALINA, F. (1957): *Emprego de la microscopía electrónica en el reconocimiento de los minerales constituyentes de las gummitas*, «Anal. Soc. Esp. Fis. y Qui.», t. 56, 9 y 10.
- (2) CAMERON, J. (1950): *Structure and origin of some uranium bearing veins in Portugal*, «J. E. N. Tech.», pág. 22. Lisboa.
- (3) FRONDELL, C. (1958): *Systematic mineralogy of uranium and thorium*, «Geol. Surv. Bull.», 1.064. Washington.
- (4) GEFEROY, J. y SARCIA, J. A. (1955): *Contribution à l'étude des pechblendes françaises* «Rapport CEA», n.º 380. Soclay.
- (5) — — (1958): *La notion de gîte epithermal uranifère et les problèmes qu'elle pose*, «Bull. Soc. Geol.», France, 6 serie, t. VIII.
- (6) HEISRICH, E. Wm. (1958): *Mineralogy and geology of the radioactive rare materials*, «Mc. Graw-Hill», New York.
- (7) TISHRIN, A. I., TANANAYEVA, G. A., GLADISHEV, G. D., MELNIKOV, I. V., FOLIKARPOVA, V. A. y TSIBULSKAYA, M. S. (1958): *Paragenetic minerals in uranium deposits of the Soviet Union*, Conf. de Ginebra, P/2201.

LÁMINA I

Fig. 1.—Sección transparente, × 25, N. C.: 1.ª planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 3.333, P. 1.676). La cataclasis llega a convertir a las granodioritas en auténticas milonitas. En ellas, el cuarzo ha recristalizado casi por completo, mientras que los feldespatos quedan reducidos a una masa dispersa de productos arcillosos.

Fig. 2.—Sección transparente, × 10, N. C.: 2.ª planta, «Valdemascaño», Lumbrales, Salamanca (M. 3.331, P. 1.674). Las sucesivas venidas de cuarzo jaspeoideo han sido precedidas por una brechificación de los materiales filonianos. Los fragmentos más oscuros deben su opacidad a la abundancia de productos arcillosos y limoníticos.

Fig. 3.—Sección pulida, × 70, L. N.: 3.ª planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 3.491, P. 361). Aspecto de los esferulitos de pechblenda, dispuestos alrededor de los fragmentos del cuarzo y de la blenda que precedieron a la llegada uranífera. Ellos están, a su vez, rodeados por torbernita (mancha gris del centro de la fotografía).

Fig. 4.—Sección pulida, × 150, L. N.: 3.ª planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 349, P. 361). Algunas concreciones de pechblenda muestran ya un principio de alteración y reemplazamiento por minerales secundarios, en este caso torbernita. Obsérvese la delgada línea de color claro que marca el primitivo borde de deposición de la pechblenda y los esferulitos de este mineral en el ángulo inferior izquierdo de la fotografía.

Fig. 5.—Sección pulida, × 150, L. N.: 3.ª planta, «Valdemascaño», Lumbrales (Salamanca) (M. 3.491, P. 361). Aspecto de un cristal de biotita, en el que la pechblenda se está introduciendo a favor de los planos de exfoliación. Obsérvese el aspecto concrecionado de este mineral que aparece rodeado por una masa de torbernita (gris).

Fig. 6.—Sección pulida, × 150, L. N.: 3.ª planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 3.328, P. 335). En la gummita negra (coracita) que forma el fondo de la fotografía, destacan las estructuras anulares de la pechblenda menos oxidada y de los cristales de pirita y calcosina.

LÁMINA II

Fig. 1.—Sección pulida, $\times 150$, L. N.: 3.^a planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 3.323, P. 335). La calcosina (gris claro) se dispone alrededor de la marcasita y pirita (blanco) que destacan por su mayor relieve. La calcosina está probablemente reemplazando a la calcopirita.

Fig. 2.—Sección transparente, $\times 150$, L. N.: 3.^a planta, «Valdemascaño», Lumbrales (Salamanca) (M. 3.277, P. 1.665). Sobre los nódulos de cuarzo microcristalino y crustiforme, se depositan sucesivamente la galena (negro) y la blenda (gris oscuro). Obsérvese las típicas figuras de arranque de la galena.

Fig. 3.—Sección pulida, $\times 70$, L. N.: 2.^a planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 3.491, P. 455). Entre los cristales idiomorfos de cuarzo (gris oscuro) se depositaron sucesivamente los sulfuros BGPC: pirita, (las dos placas con mayor relieve en el centro de la fotografía), galena (blanco), en uno de cuyos bordes se ve un cristal de calcopirita, y blenda (gris).

Fig. 4.—Sección pulida, $\times 70$, L. N.: 2.^a planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 3.491, P. 455). La galena (blanco) está generalmente algo alterada en la zona de oxidación y sus cristales aparecen corroídos por los minerales secundarios. Estos se confunden con la placa de blenda (gris claro) que ocupa la parte inferior de la fotografía.

Fig. 5.—Sección pulida, $\times 200$, L. N.: 2.^a planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 3.491, P. 335). Sobre el fondo gris, formado por materiales arcillosos silicificados, destaca el aspecto concrecionado y esquelético de la calcosina (blanco) transformada casi por completo en cobre nativo.

Fig. 6.—Sección pulida, $\times 150$, L. N.: 3.^a planta «Valdemascaño», Lumbrales (M. 3.328, P. 335). Alrededor de un cristal de calcosina (blanco), se ve una franja de pechblenda (gris claro) con dureza y poder reflector normales. Los puntos blancos del ángulo inferior izquierdo corresponden a cobre nativo.

LÁMINA III

Fig. 1.—Sección pulida, $\times 60$, L. N.: 3.^a planta, «Valdemascaño», Lumbrales (Salamanca) (M. 3.328, P. 335). Las manchas blancas del centro de la fotografía corresponden a cristales de calcosina acompañados por minerales de uranio muy oxidados (concreciones difusas de color gris claro). El resto son cristales de cuarzo rodeado por gummitas amarillas.

Fig. 2.—Igual campo de la Fig. 1, N. C. La figura anterior no mostraba ninguna estructura significativa en luz natural. Entre nicols cruzados, sin embargo, se aprecia con toda claridad la posición de los esferulitos de pechblenda menos oxidados. Nótese la estructura zonada del cuarzo, en el ángulo superior derecho de la fotografía.

Fig. 3.—Microscopio electrónico, $\times 15.000$: 1.^a planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 1.786, P. 579) Dentro de la zona filoniana son muy abundantes los nódulos arcillosos formados esencialmente por sepiolita alfa y nontronita.

Fig. 4.—Sección transparente, $\times 13$, L. N.: 3.^a planta, «Valdemascaño», Lumbrales (Salamanca) (M. 3.119, P. 1.664). La estructura concrecionada de la pechblenda se reconoce aún en las gummitas amarillas. Nótese la gran cantidad de productos arcillosos que acompañan a los minerales de uranio y que corresponden a feldespatos alterados.

Fig. 5.—Microscopio electrónico, $\times 15.000$: 2.^a planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 3.328, P. 802 B). Las costras de aspecto arcilloso que rodean las gummitas amarillas pseudomórficas de pechblenda están formadas esencialmente por parsonsita (reconocida también por Rayos X). Nótese la semejanza que muestran estos cristales, observados con el microscopio electrónico, y los de la Fig. 6.

Fig. 6.—Fotografía directa, $\times 60$: 2.^a planta, «Valdemascaño», Lumbrales (M. 3.220). Cristales de parsonsita sobre ópalo. Obsérvese la característica terminación en bisel de los prismas de este mineral.

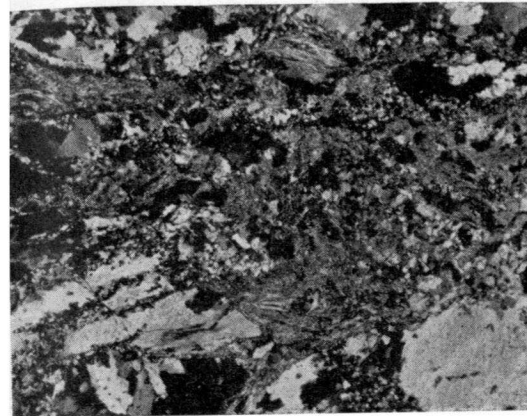


Fig. 1

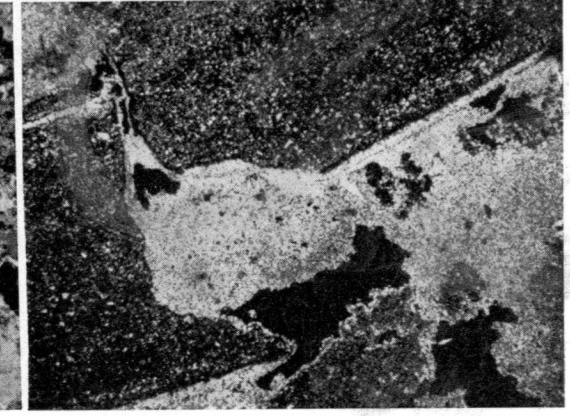


Fig. 2

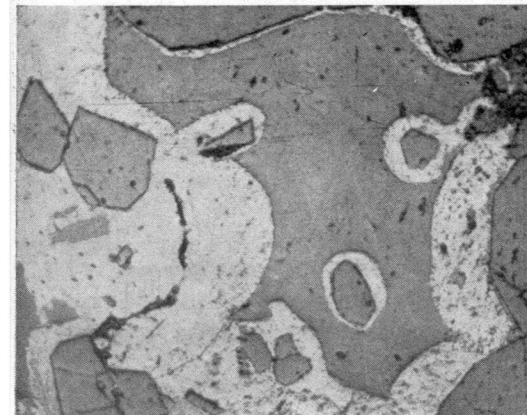


Fig. 3

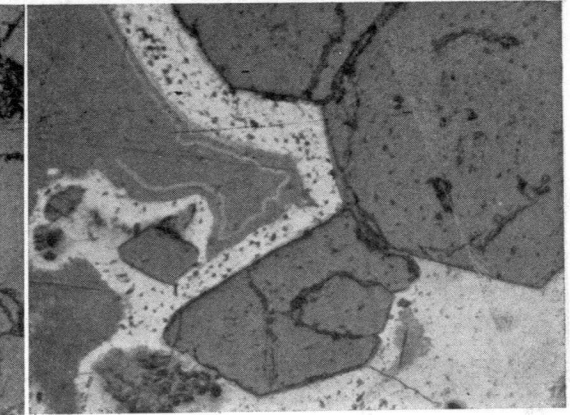


Fig. 4

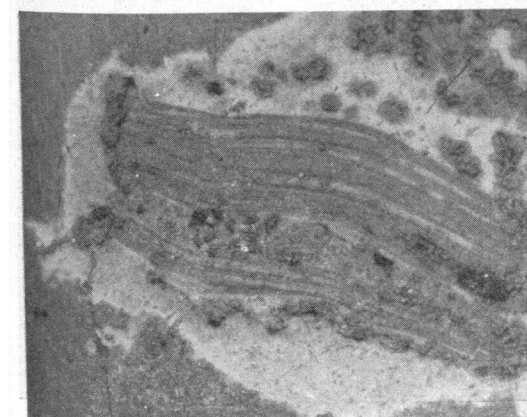


Fig. 5

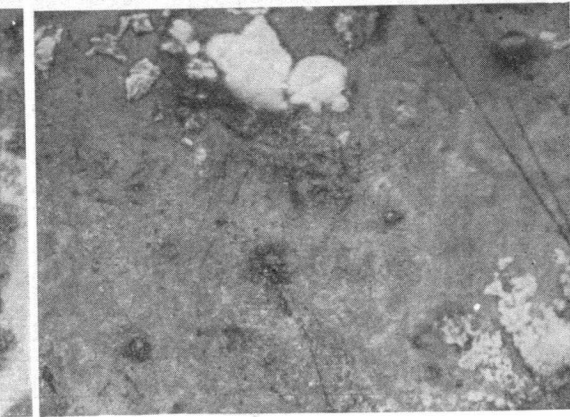


Fig. 6

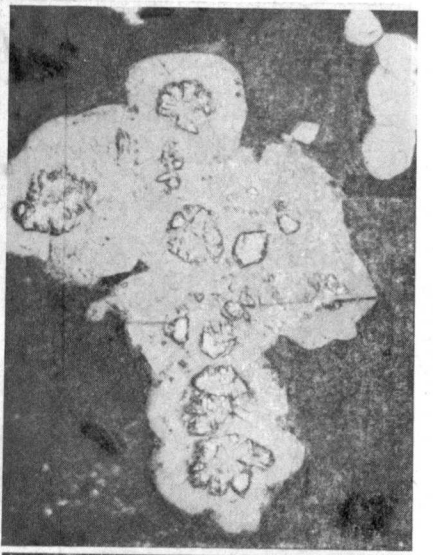


Fig. 1

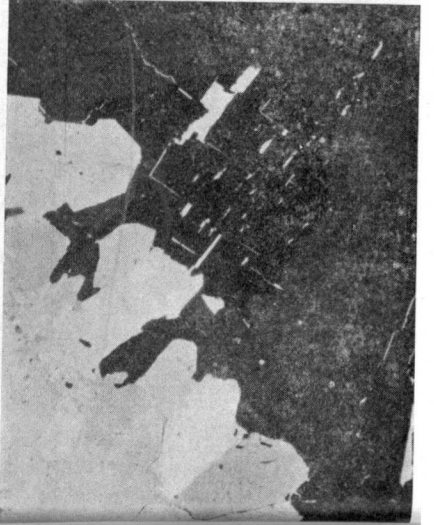


Fig. 2



Fig. 1



Fig. 2

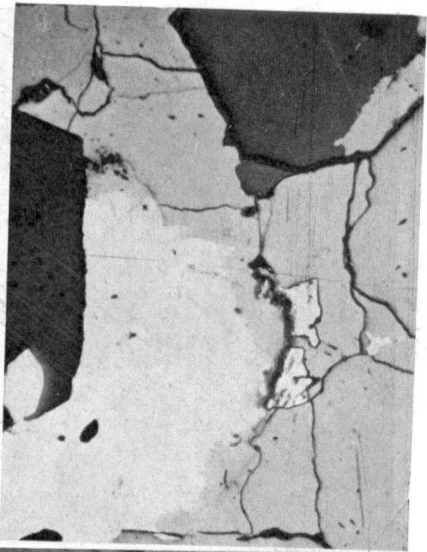


Fig. 3



Fig. 4

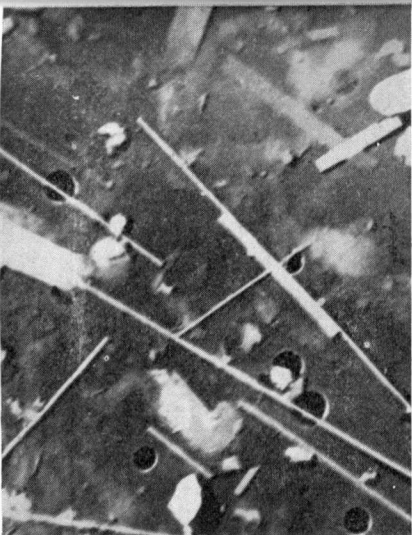


Fig. 3

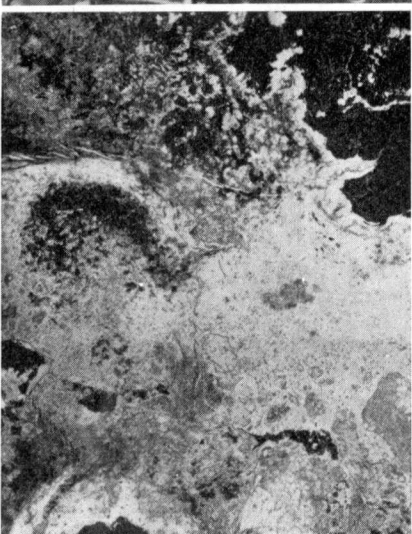


Fig. 4

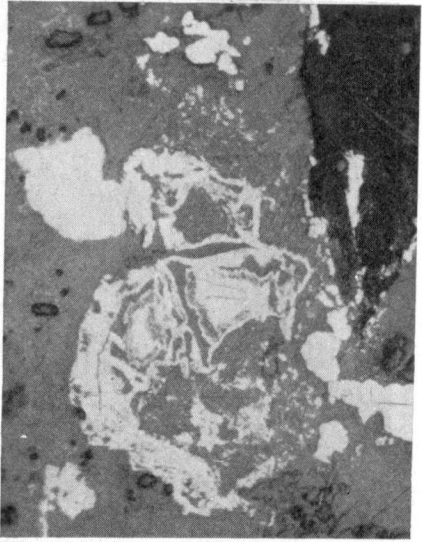


Fig. 5



Fig. 6

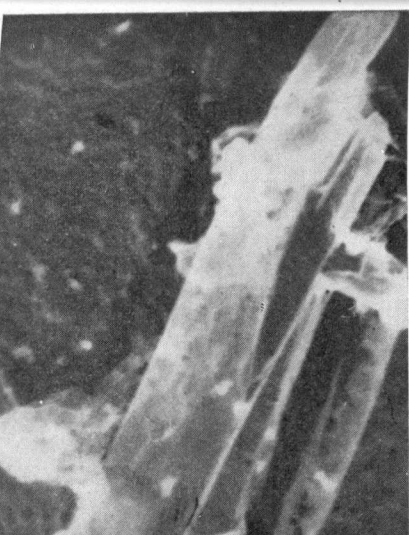


Fig. 5



Fig. 6

A. A R R I B A S

MINERALOGIA Y METALOGENIA DE LOS YACIMIENTOS ESPAÑÓLES DE URANIO. MONESTERIO (BADAJOZ) (*)

R E S U M E N

La mineralización uranífera del cortijo «Cabra Alta», situada al norte de Monesterio, en la provincia de Badajoz, se encuentra encajada en un gneis biotítico plagioclásico perteneciente al complejo cámbrico (gneis, micacitas y cuarcitas) que ocupa la mayor parte de esta zona, y que está atravesado en algunos puntos por materiales graníticos.

La paragénesis es análoga a la de los yacimientos mesotermiales del Erzgebirge, en Europa Central, que se pueden considerar como el tipo europeo de los yacimientos donde la pechblenda va asociada con los arseniuros de níquel y cobalto.

Las características del yacimiento español son las siguientes:

— la pechblenda se ha depositado en zonas dislocadas de los gneis biotíticos, siguiendo probablemente las líneas de discontinuidad que representan los diques de diabasas.

— los minerales acompañantes de la pechblenda llegaron en dos venidas sucesivas. En la primera, lo hicieron la niquelina y los arseniuros de Ni y Co; en la segunda, los sulfuros de Cu y Fe. En cualquier caso, la ganga silíceo-caliza es siempre muy escasa.

— los efectos de las acciones supergénicas sobre la mineralización han sido muy reducidos. Esto se debe, probablemente, a que los nódulos mineralizados quedaron aislados y envueltos en una masa de minerales arcillosos y grafito, como consecuencia de las acciones tectónicas, lo que impidió su alteración por las aguas freáticas oxidantes.

S U M A R Y

The uraniferous occurrence of «Cabra Alta», west of Monesterio, in the Badajoz province, consists of a short, argillaceous zone, in a biotitic gneis of the Monesterio metamorphic area (Cambrian). Near the deposit, an intrusive stock of granitic composition outcrops among the schists.

The deposit was formed under mesothermal conditions, and it is somewhat similar to those of the Erzgebirge, in Central Europe, where pitchblende is accompanied by Co and Ni minerals.

The main features of the Spanish deposit are:

— the ore filled previously the joints along the contact between gneis and dolerite dykes. Later on, both the ore body and the host rock were sheared out.

(*) Publicado con permiso de la Junta de Energía Nuclear.

— minerals accompanying pitchblende are deposited mainly in two periods, before and after the pitchblende: (1) nickel-cobalt arsenides, and (2) copper-iron sulphides. Minor quartz and calcite are the only gangue.

— supergene alteration of the ore is negligible, probably because the pockets are surrounded by an argillaceous, graphitic material which prevent movements of the oxidizing ground-water.

Se estudian aquí los caracteres petrográficos y metalogénicos de la Mina «Cabra Alta», situada al norte de Monesterio, en el término municipal de Caiera de León (Badajoz).

La zona está formada por materiales cámbricos (pizarras, cuarcitas y gneis), entre los que asoman algunos apuntamientos graníticos. Los rasgos estructurales tienen, en general, dirección NO., es decir, la correspondiente a la orogenia hercínica, a la cual se debe atribuir el metamorfismo de la mayor parte de las rocas de la región.

Los primeros minerales radiactivos de esta zona fueron estudiados por Szillard (6), iniciándose los trabajos mineros durante la primera guerra mundial, en que se exportaron a Francia algunas cantidades de uranio. Las labores no fueron sin embargo importantes, ya que la pitchblenda se encontró cerca de la superficie.

Más tarde, a partir de 1956, la Junta de Energía Nuclear ha reconocido la zona filoniana hasta los 60 metros de profundidad, encontrando algunas nuevas mineralizaciones en forma de nódulos dispersos dentro de una brecha arcillosa con grafito abundante.

LAS ROCAS ENCAJANTES

Las mineralizaciones uraníferas se encuentran en un gneis biotítico muy próximo al contacto con el granito. Este mismo, modificado frecuentemente por las acciones tectónicas, está más o menos orientado, y por este motivo no es fácil determinar muchas veces el límite entre las rocas plutónicas y las metamórficas.

Muy próximas a la zona mineralizada se encuentran también cuarcitas y pizarras grafiticas pertenecientes al complejo cámbrico del oeste de Monesterio y algunas bandas de estos minerales aparecen entre los gneis de la zona mineralizada.

Por otra parte, tanto las rocas metamórficas, gneis y pizarras, como los granitos, aparecen atravesados por diques de diabasa de potencia muy variable.

El gneis biotítico plagioclásico

Se trata de rocas de grano medio y colores oscuros, lo que se debe principalmente a la abundancia de minerales ferromagnesianos. A ello se añade la presencia de materias carbonosas en las zonas tectonizadas.

El gneis está francamente orientado y generalmente tiene estructura porfiroblástica. Otras veces, el aspecto glandular es el resultado de las acciones tectónicas y entonces tiene estructura porfiroclástica (lám. I, 1).

Los componentes esenciales de la roca son:

Cuarzo.—En placas alotriomorfas, a veces con extinción ondulante. Frecuentemente, ha recristalizado durante la cataclasis y, entonces, aparece en bandas formadas por pequeños granos, asociado a las biotitas y plagioclasas de neoformación. Estas bandas se disponen alrededor de los grandes cristales de feldespato o forman vénulas que atraviesan estos mismos cristales cuando han sido afectados directamente por las acciones tectónicas.

Micas.—La mica más abundante es la biotita, en general, bastante cloritizada. Se ven dos tipos de cristales:

— unos, mayores, subautomorfos y con abundantes inclusiones de apatito, esfena y circón. En ellos, son muy frecuentes los halos pleocroicos;

— otros, más pequeños, se disponen en forma de escamas, rodeando los cristales, o en bandas, en las que están asociados con abundantes granos de esfena. En este caso, parecen haber recristalizado durante los fenómenos cataclásticos, ya que crecen entrelazados junto con los pequeños cristales de cuarzo de neoformación.

Generalmente, la biotita está siempre cloritizada, especialmente en las zonas tectonizadas y, desde luego, en todas las rocas encajantes de la mineralización. Además de la clorita normal, se ven también escamas de pennina. En todo caso, las cloritas conservan los halos pleocroicos y las inclusiones de circón, apatito y esfena de las biotitas originales, y suelen contener, además, numerosas agujas de rutilo.

La moscovita es muy escasa y, en su mayor parte, un producto secundario formado por sericitación de las plagioclasas o a partir de la biotita. Nunca aparece en cristales grandes y siempre lo hace en pequeñas escamas, asociada al cuarzo y a la clorita formados durante los procesos tectónicos.

Feldespatos potásicos.—En general, corresponden a microclina con estructura perfitica y frecuentemente maclada, según la ley de Carlsbad. $2V$ varía entre 67° y 83° .

La proporción de estos minerales es muy variable. Cuando se trata de rocas francamente metamórficas, los feldespatos potásicos son escasos, mientras que en las rocas más próximas al granito, la cantidad de microclina aumenta notablemente y llega incluso a sobrepasar a la de las plagioclasas.

Las acciones tectónicas y la alteración de las biotitas han contribuido sucesivamente para dar lugar a la cataclasis y hematización de los feldespatos potásicos que, además, suelen estar fuertemente caolinizados.

Plagioclasas.—A veces idiomorfas, pero generalmente subautomorfas, su composición es la de una andesina (32 por 100 An). Aparecen macladas según la ley de la albita, pericilina y albita-Ala. Son también frecuentes las maclas de Carlsbad. En todo caso, los planos de macla suelen estar rotos u ondulados a causa de los esfuerzos tectónicos.

Otras veces tienen estructuras poiquilíticas con inclusiones de cuarzo y biotita. También, pero en casos más raros, se ven estructuras antipertíticas y mirmequiticas. En cambio, si es frecuente que sean zonadas, lo que se observa mejor cuando están frescas porque, entonces, suelen estar sericitizadas. En aquel caso, la parte externa es la más ácida y corresponde a la de una oligoclasa (26 por 100 An).

Minerales accesorios.—Los más frecuentes son el apatito, circón y esfena. El primero aparece en prismas hexagonales incluidos en las biotitas, rara vez fuera de ellas. Lo mismo le pasa al circón, que forma cristales diminutos. La esfena forma cristales mayores, generalmente alotriomorfos, dispuestos alrededor de las láminas de biotita.

Además de los minerales indicados, hay que señalar la presencia de abundante calcita y materias carbonosas de origen secundario en los gneis que han sufrido acciones tectónicas importantes.

La roca se puede definir, por lo tanto, como un gneis biotítico plagioclásico. El cómputo modal da la siguiente composición mineralógica media en las rocas menos alteradas, es decir, en las que sólo han sufrido acciones dinámicas:

Cuarzo.....	31
Microclina.....	9
Plagioclasas.....	38
Biotita.....	21
Esfena.....	1

Total.....	100

Las cuarcitas carbonosas

Se trata de rocas pizarrosas de grano muy fino en las que abunda extraordinariamente la materia carbonosa.

El mineral más importante es, naturalmente, el cuarzo completamente recristalizado y con estructura en mosaico. Le siguen en importancia los productos carbonosos, que, transformados en grafito a causa del metamorfismo, aparecen en forma de diminutos cristales dispersos por toda la roca y dis-

puestos en hiladas que señalan las líneas originales de sedimentación. Así se ve que la recristalización del cuarzo se ha efectuado sin que haya habido alteración de la primitiva estructura de la roca. Por esta razón, las hiladas grafiticas revelan la existencia de micropliegues muy agudos que demuestran la existencia de intensos fenómenos tectónicos anteriores al metamorfismo. En menor proporción, existe también en las cuarcitas una cierta cantidad de minerales arcillosos que han recristalizado en forma de moscovita y biotita.

Algunas bandas de estas cuarcitas carbonosas aparecen intercaladas en los gneis de la zona mineralizada y es probable que la mayor parte del grafito movilizado en la fase tectónica proceda de ellas.

Estas cuarcitas, de las que existen cantidades importantes en zonas próximas al yacimiento, forman parte de la serie metamórfica cámbrica junto con pizarras pelíticas carbonosas y feldespáticas. Estas rocas representan, a su vez, el término de paso a las importantes formaciones de grauwacas que se encuentran en zonas más alejadas del yacimiento.

Las diabasas

Rocas compactas, con estructura diabásica típica y tamaño de grano muy variable. Las hay con cristales grandes, generalmente en los diques de mayor potencia, pero en otros casos son de grano fino. Igual ocurre con la potencia de los diques, que puede variar de algunos centímetros a varios metros de espesor.

Están formadas por microlitos de labrador, a veces zonados, maclados según la ley de la albita, periclina y Carlsbad, aunque ésta es poco frecuente. En general, los feldespatos están muy sericitizados, especialmente en las zonas mineralizadas (lám. I, 2).

Los piroxenos corresponden a una augita ligeramente pleocróica, verdosa o rosada, y están generalmente transformados en un producto de alteración clorítico-serpentinico o en clorita. En este caso, es frecuente ver inclusiones de magnetita o ilmenita dispuestas según la estructura cristalina.

Hay que señalar también la existencia de biotita en algunos diques de diabasa, si bien aquélla suele estar siempre cloritizada.

Las diabasas atraviesan las rocas ígneas, pero son a su vez afectadas por las acciones tectónicas que precedieron a la venida uranífera.

Las influencias tectónicas

Los esfuerzos orogénicos que tuvieron lugar durante y después del emplazamiento de los granitos hercinianos fueron origen de grandes deforma-

ciones mecánicas. A ellas se debe el que las estructuras tectónicas sean tan frecuentes en las rocas encajantes de la mineralización, pudiendo reconocerse sus efectos, no sólo sobre las cuarcitas, en las que se produjo una recristalización de biotita a lo largo de los planos de fractura, sino también en los gneis. En éstos, especialmente, se pueden reconocer todos los grados de deformación, desde las rocas simplemente fracturadas, hasta las ultramiloníticas, en las que ya no existen porfiroblastos y presentan una estructura afanítica, sin orientación visible. Lo más frecuente es, sin embargo, que las rocas posean texturas glandulares (lám. 1, 3), debidas a los porfiroblastos de feldespatos, o miloníticas (lám. II, 4), con estructuras pizarrosas y formadas casi exclusivamente por minerales secundarios: clorita, sericita e hidróxidos de hierro. A estos minerales se une el grafito movilizado durante la fase tectónica, especialmente en la zona mineralizada, donde las rocas más frecuentes están formadas por la alternancia de bandas «miloníticas» y «glandulares» que representan una combinación de estructuras cataclásticas y cristaloblásticas.

TRANSFORMACIONES DE LAS ROCAS ENCAJANTES

Las más importantes transformaciones sufridas por las rocas de la zona son, en general, anteriores a la mineralización uranífera. Las que se han reconocido al microscopio y se describen aquí según el orden de sucesión, son las siguientes: cloritización, sericitización, hematización, arcillización y jasperización, carbonatación, silicificación y meteorización.

Las dos primeras fases tienen carácter regional. Las otras tres están más o menos relacionadas con la venida uranífera, la cual tiene lugar entre la arcillización y la jasperización.

Cloritización

Es el más importante de todos los procesos de alteración y se debe, principalmente, a que casi todas las rocas de la zona han sufrido los efectos del metamorfismo retrógrado al que han estado sometidas durante grandes períodos de tiempo. A ello han contribuido también las acciones hidrotermales, que influyen para que este proceso sea más intenso en las zonas mineralizadas.

Como es natural, son las zonas básicas y en general, las más ricas en minerales ferromagnesianos, las más afectadas por la cloritización (lám. I, 5).

Sericitización

Es más intensa en los gneis, pero no alcanza las proporciones de la cloritización. Afecta principalmente a las plagioclasas y aunque éstas suelen aparecer siempre alteradas, no lo están tanto como para impedir que se puedan reconocer sus caracteres ópticos. Se da el caso, por ejemplo, de que las diabasas pueden tener sus minerales ferromagnesianos más o menos uralitizados o cloritizados, mientras que las plagioclasas, por el contrario, están prácticamente inalteradas.

La sericitización parece ser más bien consecuencia de la cloritización. Como ésta, tiene carácter regional y se produjo durante el metamorfismo retrógrado, al fijarse el potasio liberado en la cloritización de las biotitas sobre los feldespatos calcosódicos.

El proceso alcanza gran intensidad en las zonas mineralizadas, pero ello se debe a las acciones hidrotermales. Entonces, junto a la sericita, se forma una importante cantidad de otros minerales arcillosos.

Hematización

A pesar de la abundancia de minerales ferromagnesianos, la hematización de las rocas encajantes no es muy intensa. Sólo en los gneis más feldespáticos, especialmente en los que tienen feldespatos potásicos, la pigmentación férrica es perceptible y ésta se efectúa a favor de los planos de crucero o macla de estos minerales.

Arcillización y jasperización

Estas son las transformaciones más interesantes, pues están directamente relacionadas con la mineralización uranífera. Los dos fenómenos son casi simultáneos, si bien la jasperización es poco importante y simultánea con la primera venida de pechblenda (lám. I, 6). Una segunda venida de cuarzo criptocristalino acompaña a los sulfuros de cobre, siendo este proceso de silicificación algo más importante que el primero.

La arcillización que, con variable intensidad se desarrolla a lo largo de todo el proceso hidrotermal, conduce principalmente a la caolinización de los feldespatos. Los productos arcillosos son extraordinariamente abundantes en las zonas mineralizadas y, en general, en las zonas muy fracturadas. Cuando éstas han coincidido con rocas en las que abundaba la materia carbonosa, los materiales arcillosos aparecen negros por la elevada proporción de grafito que contienen.

Carbonatación

Las acciones hidrotermales que acompañaron a la mineralización, dieron lugar a una movilización de los carbonatos contenidos en las rocas encajantes. Estos fueron, en parte, producidos por alteración de los minerales cálcicos durante los procesos de sericitización. Son, por ello, abundantes los filoncillos de calcita y dolomita que atraviesan las rocas de caja y, en general, los de todas aquellas rocas que forman parte de las zonas más tectonizadas (lám. I, 4).

A estos carbonatos hay que añadir una pequeña cantidad de siderita que acompaña a la millerita en las últimas fases de la mineralización (lámina III, 4).

Silicificación

Un proceso de silicificación muy definido, aunque no de mucha intensidad, afecta al conjunto de rocas cámbricas y es inmediatamente posterior a la mineralización. Está representado por filoncillos de cuarzo de potencia muy variable, en los que constantemente se encuentran sulfuros de hierro, pirita y marcasita. A veces, también, el cuarzo va acompañado por algo de calcita.

Meteorización

Los efectos de la meteorización sobre los minerales de uranio y los que acompañan a la pechblenda son poco importantes. Estos se estudian más adelante con mayor detalle.

Por lo que se refiere a las rocas encajantes, las acciones meteóricas dan lugar a una ligera alteración de los feldespatos y de los minerales ferromagnesianos, lo que determina la fácil disgregación de la roca en superficie. Hay que tener en cuenta que las modificaciones más importantes sufridas por las rocas encajantes se deben a acciones anteriores, tectónicas e hidrotermales; y que la alteración actual no hace nada más que reforzar los efectos destructores que ellas iniciaron.

LA MINERALIZACIÓN Y LAS GANGAS

Las concentraciones de uranio y de los minerales metálicos forman masas o nódulos aislados entre sí y siempre están relacionadas con las rocas más afectadas por las acciones tectónicas.

La venida uranífera se produjo probablemente a favor de fracturas de

cizallamiento y la pechblenda fue el primer mineral en depositarse (lámina I, 6). Posteriormente, lo hacen los arseniuros de níquel y cobalto (lámina II, 1 y 2), y los sulfuros de cobre (lám. III, 5) que rellenan las fisuras de la pechblenda o la reemplazan. La única ganga que parece acompañar a estos minerales es el cuarzo jaseroideo.

Más tarde, nuevas acciones tectónicas que preceden a la fase supergénica dan lugar a la brechificación de la zona filoniana y a la separación y arrastre de los minerales metálicos. Estos quedan dispuestos en nódulos arrosariados dentro de una ganga arcilloso-caliza teñida por el grafito movilizado durante la fase tectónica.

Minerales hipogénicos

La pechblenda

Se presenta bajo dos aspectos diferentes:

— la pechblenda masiva, que forma placas concrecionadas con estructuras en «panal». En ella se suelen reconocer fácilmente las fisuras de contracción radiales y concéntricas, generalmente ocupadas por los arseniuros y sulfuros posteriores, y

— la pechblenda «esferulítica», que muestra estructuras botrioidales de acuerdo con su origen coloidal (lám. I, 6). Los esferulitos pueden estar aislados en las gangas o en los minerales posteriores, o bien agrupados en «guirnaldas» continuas (lám. II, 1). Sin embargo, no se han visto nunca estructuras «celulares», probablemente porque al no existir gangas anteriores a la venida uranífera, o ser éstas muy escasas, no han existido núcleos de cristalización. Por otra parte, hay que tener en cuenta que el depósito de la pechblenda se efectuó a favor de fracturas producidas por cizallamiento y sin brechificaciones importantes.

El tamaño de los esferulitos oscila entre 1/200 mm. para las inclusiones más pequeñas, y 5 mm. para los individuos aislados dentro de la ganga sílico-arcillosa.

En casi todas las muestras estudiadas, la pechblenda tiene dureza y poder reflector normales. Sólo cuando se trata de ejemplares muy brechificados, las diferencias de dureza y reflectividad revelan la estructura botrioidal y fibrosa de las placas de pechblenda.

No se han visto reemplazamientos activos. Esto es lógico, dado que los materiales sobre los que se depositó la pechblenda estaban todos muy alterados y habían perdido sus caracteres estructurales.

Por el contrario, los reemplazamientos pasivos son muy importantes y se refieren esencialmente a la sustitución de la pechblenda por la niquelina y los arseniuros de níquel y cobalto, especialmente la safflorita y rammels-

bergita (lám. II, 3). En este caso, dentro de los minerales de níquel y cobalto se pueden reconocer estructuras anulares que corresponden a restos de esferulitos de pechblenda muy oxidados.

Lo más corriente, sin embargo, es que la pechblenda aparezca rodeada por los minerales posteriores y que éstos ocupen además sus fisuras de retracción. En unos casos, se trata de arseniuros cúbicos (lám. II, 2); en otros, de arseniuros rómbicos (lám. II, 1). Esto último es lo más frecuente y entonces suele acompañarlos la niquelina.

Dentro de los minerales de níquel es frecuente ver, a grandes aumentos, series arrosariadas de pequeños esferulitos de pechblenda que representan los núcleos de otros mayores reemplazados casi por completo (lám. II, 4).

Aunque con menos frecuencia, existen también algunos casos en los que las fisuras de retracción están ocupadas por sulfuros de cobre (lám. III, 5); pero como estos minerales son raros en el yacimiento, el fenómeno tiene poca importancia.

El análisis químico de la pechblenda revela la existencia de elevadas proporciones de vanadio (más del 0,2 por 100). Desde el punto de vista metalogénico, este hecho permite comparar la pechblenda de Monesterio con las de Jachymov (Leutwein, 1941; Von Hauer, 1856; Lallemand, 1880), en las que el vanadio fue subproducto de la extracción del uranio durante el siglo XIX. Lo mismo ha ocurrido en la mina «Himmelfahrt», de Freiberg (Hintze, 1933) y en algunas pechblendas filonianas de los Estados Unidos (2).

Aspectos anormales de la pechblenda

Parapechblenda.—La reflectividad y la dureza aparecen muy disminuidas en la pechblenda normal cuando ésta ha sufrido acciones tectónicas de cierta intensidad. En este caso, la pechblenda ha sufrido una sobreoxidación y los fragmentos de la brecha muestran variaciones concéntricas del poder reflector y la dureza (lám. II, 6), al mismo tiempo que se pone de manifiesto la estructura fibroso-radiada de dicho mineral (lám. III, 1). El aspecto de los esferulitos es entonces análogo al que se obtiene cuando se atacan algunas pechblendas con mezcla sulfocrómica.

En realidad, este producto uranífero no es exactamente comparable con ninguno de los minerales descritos como «parapechblenda» por Geffroy y Sarcia (2); «pechblenda reciente», por Zückert; «pechblenda II», por Kidd y Haycock, o «pechblenda», por Wright y Schulhof. Más bien tiene las características del mineral estudiado por Wimmenauer, en Wittichen, asociado a los arseniuros de níquel y cobalto. O también, a las pechblendas sobreoxidadas que fueron estudiadas por los rusos Tishkin, Tananaeva, Gladychychev, Polikarpova y Tsyboul'skaïa, y a las que dieron el nombre de «hidro-nasturanos» (7).

En el caso de Monesterio, hay que señalar que el proceso de sobreoxi-

dación se observa generalmente cuando la pechblenda ha sido brechificada y está en contacto con la ganga de carbonatos que sigue a la venida de minerales de cobre. Parece, pues, que la sobreoxidación se produjo como consecuencia de las acciones tectónicas con las que empieza la fase supergénica y que aquéllas no fueron tan intensas como para dar lugar a una movilización y redeposición de «parapechblenda» típica, es decir, sin fisuras de retracción, ni estructura concrecionada.

La niquelina

Los arseniuros rojos son los más precoces y los menos abundantes de los minerales de níquel. Generalmente, no se observan formas netas, a lo más se ven algunas estructuras radiadas, y siempre están rodeados por los arseniuros blancos. Pleocroísmo débil y claramente anisótropos. La niquelina reemplaza a la pechblenda (lám. II, 3) y en algunas ocasiones ocupa sus fisuras de retracción. Otras veces ha sufrido una ligera brechificación y los fragmentos están reunidos por los arseniuros blancos. En algún caso, también, la niquelina reemplaza a los arseniuros rómbicos.

La esmaltina-cloantita

Los arseniuros cúbicos son generalmente automorfos y tienen estructuras bien visibles porque los minerales están oxidados en los afloramientos. Esto revela, por otra parte, que la composición de los arseniuros no es pura y que varía ampliamente entre la de los dos términos extremos. A ello se debe, también, el zonado que siempre tienen estos minerales y que se observa fácilmente por las diferencias de poder reflector (lám. II, 4 y 5), al tiempo que destaca la estructura en «bastión», característica de los arseniuros cúbicos.

Hay que señalar que la esmaltina y la cloantita rodean lo mismo a la niquelina que a los arseniuros rómbicos; esto indica que su deposición se debió realizar en dos etapas sucesivas, ya que, por lo general, los arseniuros suelen ser posteriores a los cúbicos. Otras veces ocupan las fisuras de retracción de la pechblenda (lám. II, 2).

La safflorita-rammelsbergita

Con formas muy definidas, aparecen casi siempre envolviendo a la niquelina y rodeadas por los arseniuros cúbicos, lo que, desde luego, es un hecho poco frecuente (lám. III, 2 y 3) (4).

A veces, durante la deposición de los arseniuros blancos, se producen ligeras acciones tectónicas en el yacimiento y a ellas se deben las microbrechas de estos minerales cuyos fragmentos aparecen reunidos por los arseniuros depositados inmediatamente después.

Como resultado de los procesos de oxidación, es posible también reconocer la existencia de maclas de tres individuos que dan lugar a las características «estrellas» de la safflorita (lám. II, 4), a veces reemplazadas por la niquelina.

La millerita

Presenta dos tipos de estructura:

- flabeliforme, cuando reemplaza a los arseniuros rómbicos, y
- en agujas, englobadas en la ganga caliza. Esta es la forma más frecuente (lám. III, 2 y 3).

Es indudablemente supergénica y consecuencia de la alteración de los minerales de níquel. Siempre va acompañada por una ganga de carbonatos en la que, junto a la calcita y dolomita, son frecuentes los cristales de siderita que destacan por su fuerte anisotropía (lám. III, 4).

La pirita

Muy escasa durante la fase propiamente hidrotermal, acompaña a los minerales de cobre (lám. III, 6) o a la pechblenda (lám. I, 6), en forma de pequeños cristales que no sobrepasan medio milímetro.

Sin embargo, aparece en mayor cantidad junto a la marcasita en los filoncillos de cuarzo y calcita que atraviesan las rocas encajantes durante las últimas fases de la mineralización.

La marcasita

En general es muy escasa y, como acabamos de decir, acompaña a la pirita en los filoncillos de cuarzo que se forman durante la última fase tectónica.

La calcopirita

Aunque es el más importante de los sulfuros de cobre, también se encuentra en proporciones muy escasas formando pequeñas placas que alcanzan como máximo 1/30 mm. Generalmente va acompañada por la calcosina y la pirita (lám. III, 6), y siempre en una ganga silícea. Únicamente cuando ha sido afectada por acciones tectónicas posteriores, se encuentra la calcopirita, junto a fragmentos de pechblenda o de los arseniuros de níquel y cobalto, en las gangas carbonatadas que acompañan a la millerita.

El cuarzo

Las gangas son generalmente muy escasas, pero frecuentes. El cuarzo, siempre jaseroideo y microcristalino, acompaña a la venida uranífera (lá-

mina I, 6) en muy pequeña cantidad. En mayor proporción, es la ganga de los sulfuros de cobre y junto con la calcita es el componente principal de los filoncillos que atraviesan las rocas encajantes durante las últimas etapas de la mineralización.

Los carbonatos

El más frecuente e importante es la calcita, siempre algo dolomítica. A ésta se une la siderita en la ganga que reúne los minerales de uranio, níquel, cobalto, hierro y cobre, brechificados como consecuencia de las últimas acciones tectónicas contemporáneas de la mineralización.

Minerales supergénicos

Los efectos de la alteración meteórica han sido muy escasos. Sólo se notan en los afloramientos por la oxidación de los minerales de níquel y cobalto, pues nosotros no hemos visto minerales secundarios de uranio. No obstante, Szilard (6) encontró algunos cristales de autunita y torbenita en las fisuras de la pechblenda por él estudiada, la cual procedía de los ejemplares archivados en el Museo de Historia Natural de París.

No contamos, entre los minerales secundarios, la calcita producida por alteración de las rocas encajantes y que, al igual que el grafito, ha sido movilizada durante las fases tectónicas que precedieron y siguieron a las venidas hidrotermales.

La calcosina

Muy rara. Va generalmente acompañando a la calcopirita (lám. III, 6). A veces, se la ve junto a la pechblenda formando parte de las brechas cementadas por los carbonatos y la millerita (lám. III, 5).

La covelina

Siempre asociada a los otros sulfuros de cobre (lám. III, 6), aparece en pequeñas placas que no sobrepasan 1/10 mm. Es un producto de oxidación y siempre está en relación con las zonas más tectonizadas, en las que la pechblenda está también más oxidada.

La citrina-annabergita

En muy escasa proporción se han encontrado estos arseniuros de níquel y cobalto en las zonas superiores del afloramiento. Su formación se debe, indudablemente, a los efectos de la oxidación supergénica.

CARACTERES METALOGÉNICOS

Paragénesis y sucesión

Como ya hemos indicado, los minerales que acompañan a la pechblenda son los arseniuros de níquel y cobalto y, posteriormente, los sulfuros de cobre. Esto sin contar la pirita, que en muy pequeña proporción acompaña a las dos venidas hidrotermales.

En el diagrama siguiente (fig. 1) (*) se indican los minerales que intervienen en las diferentes venidas uraníferas, así como el orden de sucesión:

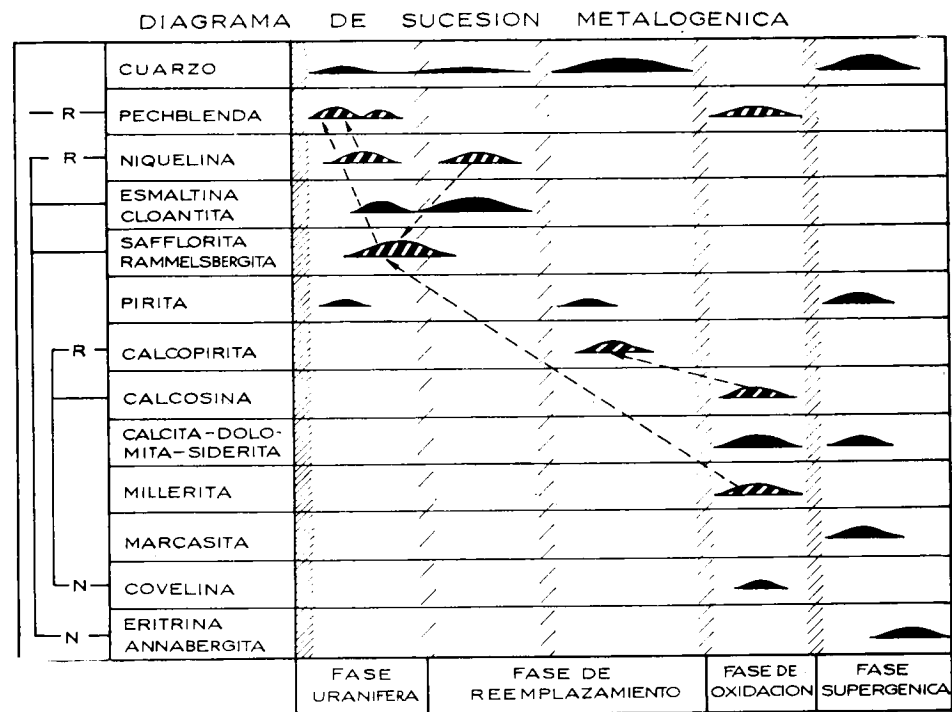


Fig. 1.

(*) El diagrama se ha hecho de acuerdo con las normas empleadas corrientemente, es decir:

El espesor del trazo corresponde aproximadamente a la abundancia del mineral.

Las líneas de puntos indican los reemplazamientos y los minerales que intervienen en ellos están rayados de blanco.

La paragénesis corresponde a la de un yacimiento mesotermal semejante a los del Erzgebirge, en Europa Central, y que se pueden considerar como el tipo europeo con pechblenda asociada a minerales de níquel y cobalto.

Por lo que se refiere a Monesterio, sus características son las siguientes:

— la pechblenda se ha depositado de una sola vez en zonas dislocadas de los gneis biotíticos y siguiendo, probablemente, las líneas de continuidad que representan, en el basamento metamórfico, los diques de diabasas;

— los minerales acompañantes de la pechblenda llegan en dos venidas sucesivas. En la primera, lo hacen la niquelina y los arseniuros de níquel y cobalto, con muy poca pirita. En la segunda, los sulfuros de cobre e hierro. En ambos casos, la ganga es esencialmente silicea y siempre muy escasa;

— la formación de millerita y la covelina tiene lugar en condiciones oxidantes. Es entonces cuando aparece la parapechblenda, siempre en contacto con la ganga de carbonatos;

— hay que destacar la escasez de acciones supergénicas en los afloramientos. Esto se debe, probablemente, a la morfología del yacimiento, ya que, como consecuencia de las acciones tectónicas, los nódulos mineralizados quedaron aislados y envueltos por una potente masa de materias arcillosas en las que abundan el grafito y los productos carbonosos. Estos han creado un ambiente reductor y aquéllas han impedido la circulación de las aguas freáticas oxidantes. Por este motivo no existen minerales secundarios de uranio, y

— dada la escasez de sulfuros de hierro, apenas existe hematización de las rocas encajantes y no se repite aquí este fenómeno tan característico de los yacimientos españoles de uranio.

La relación entre la paragénesis y la sucesión se puede resumir de la siguiente manera:

1.º *Fase uranífera.*—Intensa fracturación de las rocas encajantes: gneis, cuarcitas y pizarras. Sigue el depósito de pechblenda, acompañada por niquelina, pirita y arseniuros de Ni y Co.

2.º *Fase de reemplazamiento.*—Comienza con una ligera brechificación de los minerales ya depositados. Sus fragmentos son reunidos por otros arseniuros, especialmente cúbicos, mientras que la niquelina y los arseniuros rómbicos reemplazan a la pechblenda. Una segunda brechificación de mayor intensidad permite la llegada de los sulfuros de cobre e hierro.

3.º *Fase de oxidación.*—Comienza con una fracturación de pequeña im-

El rayado oblicuo indica los movimientos tectónicos. Cuanto más intensos son éstos, tanto más apretadas son las rayas.

A la izquierda, se indican las substitutiones secundarias: las flechas van del mineral reemplazado (R) al de neoformación (N).

portancia que da paso a la llegada de gangas carbonatadas. Se produce, entonces, una sobreoxidación de la pechblenda.

4.º Fase supergénica.—Pequeños movimientos de reajuste y relleno de las fisuras por cuarzo-pirita.

Microtectónica

En la figura 2 se califican cronológicamente los fenómenos tectónicos que han actuado sobre la serie petrográfica, indicando también el orden de emplazamiento de sus materiales.

MICROTECTONICA DE LA MINERALIZACION						
SUCESION	TIEMPO					
CUARCITAS, PIZARRAS Y GNEIS CAMBRICOS	[Hatched pattern]					
GRANITOS MONZONITICOS	[Hatched pattern]					
DIABASAS			[Hatched pattern]			
PECHBLENDA Arseniuros Ni - Co Sulfuros Fe, Cu, Ni Carbonatos				[Solid black]		
CUARZO - CALCITA Sulfuros de hierro					[Solid black]	
METEORIZACION Arcillas - Minerales secundarios Ni - Co						[Solid black]
	1ª Fase tectónica = Orogénica	2ª Fase tectónica = Fracturación	3ª Fase tectónica = Cisallamiento	4ª Fase tectónica = Brechificación	5ª Fase tectónica = Reajustes actuales	

Fig. 2.

Origen de la mineralización

Como los caracteres petrográficos y mineralógicos del yacimiento de Monesterio están muy bien definidos, es posible establecer comparaciones con otras formaciones análogas desde el punto de vista metalogénico.

Según la clasificación de Schneiderhöhn, entre los yacimientos mesoter-

males pertenecientes a la formación «Níquel-Cobalto-Bismuto-Plata-Uranio», hay cinco tipos uraníferos (5):

Tipo Wittichen: Ganga fluobarítica con minerales de Co (Ag y Bi).

Tipo Schneeberg: Ganga barítica con minerales de Ni-Co (Ag y Bi)

Tipo Richelsdorf: Ganga barítica con minerales de Co.

Tipo Joachimstahl: Ganga silicea con minerales de Co-Bi (Ag).

Tipo Schmiedeberg: Ganga caliza con minerales de Ni-Co.

De ellos, los más parecidos al yacimiento de Monesterio son los del Erzgebirge, Schmiedeberg y Joachimstahl (Jáchymov), situados sobre el borde oriental del batolito granítico herciniano de Eibenstock que atraviesa una formación de pizarras precámbricas. Alrededor del granito se ha desarrollado un progresivo metamorfismo de contactos y las pizarras se han transformado en cornubiantas. Posteriormente, durante el terciario, el conjunto ha sido afectado por grandes fracturas, acompañadas por una amplia emisión de rocas volcánicas, basaltos y fonolitas (3).

Los caracteres petrográficos y mineralógicos de estos yacimientos que se pueden comparar con los de Monesterio, son los siguientes:

— los filones están encajados en pizarras precámbricas, alrededor de un batolito de edad herciniana;

— los niveles carbonosos y las zonas tectonizadas son las más favorables para la deposición de las mineralizaciones uraníferas;

— las gangas más frecuentes son el cuarzo jasperoideo y los carbonatos;

— la pechblenda se deposita antes que los minerales de Ni y Co, y

— junto a la níquelina y arseniuros blancos de Ni y Co se encuentran también sulfuros B. G. P. C., principalmente pirita y calcopirita.

La diferencia principal con el yacimiento de Monesterio estriba en que en este último no existen minerales de plata ni bismuto. Pero hay que tener en cuenta que uno de los caracteres principales de las formaciones de Europa Central es la «zonalidad»; en ellas, los minerales de plata aparecieron cerca de la superficie, mientras que en profundidad se iba produciendo un enriquecimiento progresivo, primero, en Ni y Co, después, en pechblenda, y al llegar el granito (Schneeberg) los filones se esterilizaban.

Por el contrario, en Wittichen (Selva Negra), los filones con minerales de Bi y Ag, pobres en pechblenda, atraviesan los granitos. Este tipo de yacimiento, con abundante fluorina como ganga, representa el término de tránsito hacia las mineralizaciones intragraníticas francesas con Ni y Co (Kruth, Haute-Rhin), que hasta ahora no se han encontrado en España.

Ciertas analogías se pueden encontrar también en el yacimiento de Monesterio y los de Schmiedeberg, en el Riesengebirge, donde los minerales

de U, Ni y Co, acompañados por sulfuros de cobre, atraviesan la magnetita de un yacimiento de contacto.

Por lo que respecta al yacimiento de Richelsdorf, en Hessen, las diferencias se refieren esencialmente al ambiente geológico, ya que las rocas encajantes son más modernas, pero la mineralización es semejante.

En todos estos yacimientos es indudable que el origen de la mineralización son los granitos subyacentes, y esto mismo es lo que ocurre en Monesterio, donde el nivel de erosión ha alcanzado las zonas profundas de los filones, es decir, aquéllas en las que predominan los minerales de Ni y Co.

Geffroy y Leutwein (2) han señalado, en diferentes ocasiones, la relación que existe entre los yacimientos hercinianos de tipo Ni-Co-Bi-Ag-U y las formaciones metamórficas cámbricas, ricas en materias bituminosas, en las que están encajados. A ello habría que añadir la relativamente alta proporción de vanadio, elemento muy abundante en las materias orgánicas, esencialmente las vegetales, que existen en muchas pechblendas de los yacimientos de este tipo.

Este sería también el caso de Monesterio, donde se puede suponer que la mineralización se produjo como consecuencia de fenómenos tectónicos relacionados con la orogenia herciniana. Así, se puede admitir que el Ni, Co y Ag (suponiendo que este elemento haya existido también en Monesterio) se separaron durante los procesos de granitización, ya que la red del granito no puede contener fácilmente estos elementos. El U y eventualmente el Bi quedaron en el granito y, cuando por causas tectónicas existieron condiciones físico-químicas favorables (p. e., soluciones circulantes, etc.), estos dos elementos, junto con el vanadio, se reunieron con los anteriores para concentrarse en los filones.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) FRONDEL, C. (1958): *Systematic mineralogy of Uranium and Thorium*, «U. S. Geological Survey», Bulletin 1064.
- (2) GEFFROY, J. y SARCIA, J. A. (1960): *Les minerais uranifères français et leurs gisements*, «Bibliothèque des Sciences Techniques Nucleaires».
- (3) HEINRICH, E. VM. (1958): *Mineralogy and geology of radioactive raw materials*, «Mc Graw-Hill Book Company».
- (4) RAMDOHR, P. (1955): *Die Erzminerale und ihre Verwachsungen*, «Akademie Verlag», Berlín.
- (5) SCHNEIDERHOHN, H. (1955): *Erzlagertstätten*, «Gustav Fischer Verlag», Stuttgart.
- (6) SZILARD, M. (1918): *La pechblenda española*, «Revista minera, metalúrgica y de ingeniería», año LXIX, n.º 2669.
- (7) TISHKIN, A. I.; TANANAYEVA, G. A.; GLADISHEV, G. D.; MELNICOV, I. V.; POLIKARPOVA, V. A.; TSIBULSKAYA, M. A. (1958): *Paragenetic associations of hydrothermal uranium minerals in uranium deposits of the Soviet Union*, «G.E.N.», p/2201.

LÁMINA I

Fig. 1.—Sección transparente, $\times 25$, N. C.: «Cabra Alta» (M. 3.625, P. 1.920). Aspecto del gneis biotítico encajante de la mineralización. Aún en los casos en que la cataclasis es pequeña, son perceptibles sus efectos en forma de recristalizaciones según los planos de rotura. Obsérvese la disposición de los fenocristales de microclina (izquierda) y plagioclasas (derecha) sobre la masa de cuarzo y biotita.

Fig. 2.—Sección transparente, $\times 25$, N. C.: «Cabra Alta» (M. 2.589, P. 1.414). Aspecto de una diabasa de grano fino en la que no hay prácticamente alteración.

Fig. 3.—Sección transparente, $\times 25$, N. C.: «Cabra Alta» (M. 1.490, P. 1.395). Cuando la cataclasis está más avanzada, la roca toma el aspecto de un gneis glandular. Los feidspatos quedan entonces rodeados por una masa de cuarzo y clorita.

Fig. 4.—Sección transparente, $\times 25$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 1.484, P. 1.389). Como producto final de la cataclasis, los materiales metamórficos se han convertido en una roca pizarrosa formada por clorita y feidspatos sericitizados. Abundan en ella el grafito y los hidróxidos de hierro.

Fig. 5.—Sección transparente, $\times 25$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 1.458, P. 1.370). Las rocas que se encuentran en la zona mineralizada están muy transformadas por las acciones tectónicas y la alteración hidrotermal. Así, las diabasas se han convertido en un agregado clorítico-sericitico en el que sólo se distingue la estructura de la roca original.

Fig. 6.—Sección pulida, $\times 10$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 1.173, P. 52). Sobre el fondo cuarzo y arcilloso (gris oscuro), destacan los esferulitos de pechblenda (gris) con fisuraciones concéntricas y radiadas muy netas. Obsérvese la placa de pirita (blanca) del ángulo superior derecha.

LÁMINA II

Fig. 1.—Sección pulida, $\times 70$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 3.370, P. 334). Aspecto de una pechblenda (gris) con estructura en «guirnalda» cuyas fisuras están ocupadas por safflorita-rammelsbergita (blanco). La placa de la derecha corresponde a niquelina.

Fig. 2.—Sección pulida, $\times 120$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 3.370, P. 334). En este caso, el relleno de las fisuras de retracción de la pechblenda (gris) se lleva a cabo por esmaltina-clorantita (blanco).

Fig. 3.—Sección pulida, $\times 120$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 1.402, P. 192). Aspecto de algunos esferulitos de pechblenda muy oxidados (negro) reemplazados por niquelina (gris oscuro) y safflorita-rammelsbergita (gris claro).

Fig. 4.—Sección pulida, $\times 230$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 1.537, P. 189). La oxidación de los arseniuros pone de manifiesto la existencia de maclas de tres individuos características de la safflorita. Obsérvese el claro zonado de estos minerales gracias a las diferencias de poder reflector.

Fig. 5.—Sección pulida, $\times 230$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 1.537, P. 189). Sobre el fondo de calcita y dolomita (gris oscuro), destacan los arseniuros de níquel y cobalto (gris claro). En este caso, los arseniuros cúbicos rodean a las formas rómbicas que están parcialmente oxidadas.

Fig. 6.—Sección pulida, $\times 70$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 976, P. 54). Sobre la ganga dolomítica, los fragmentos de la brecha de pechblenda muestran variaciones concéntricas del poder reflector y de la dureza.

LÁMINA III

Fig. 1.—Sección pulida, $\times 70$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 976, P. 54). Obsérvese la estructura fibroso-radiada de la pechblenda en este fragmento de un esferulito muy oxidado.

Fig. 2.—Sección pulida, $\times 70$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 6.370, P. 334). Aspecto general de los minerales de níquel y cobalto. A la izquierda, fragmentos de esferulitos de pechblenda (gris oscuro) reunidos por la niquelina y los arseniuros rojos y blancos (gris claro). A la derecha, agujas de millerita en una ganga caliza.

Fig. 3.—Igual campo que la Fig. 2, N. C. Entre nicoles cruzados se aprecia claramente la anisotropía de la niquelina, millerita y de la siderita que acompaña a la calcita.

Fig. 4.—Sección pulida, $\times 70$, N. C.: «Cabra Alta» (M. 1.537, P. 189). Aspecto flabeliforme de la millerita junto a los arseniuros cúbicos zonados. Obsérvese la anisotropía de la millerita y de la ganga de siderita.

Fig. 5.—Sección pulida, $\times 150$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 976, P. 54). Fragmentos de pechblenda oxidada (gris claro) en una ganga de dolomita y siderita claramente pleocrónicas (gris oscuro). El fragmento de la derecha, arriba, lleva unido una lámina de calcosina (blanco).

Fig. 6.—Sección pulida, $\times 230$, L. N.: «Cabra Alta» (M. 976, P. 54). Placa de calcopirita (gris claro) que lleva incluido un cristal de piritita (blanco). En el borde, se distinguen zonas más oscuras que corresponden a calcosina y covelina.

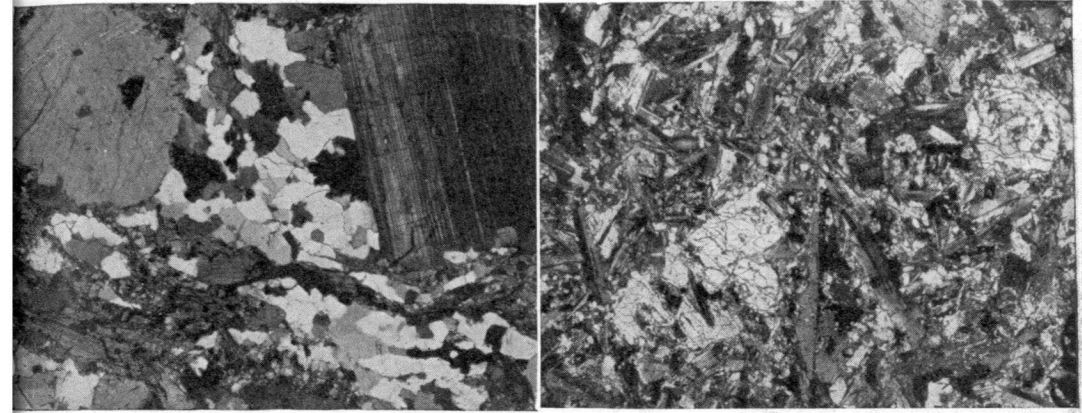


Fig. 1.

Fig. 2.

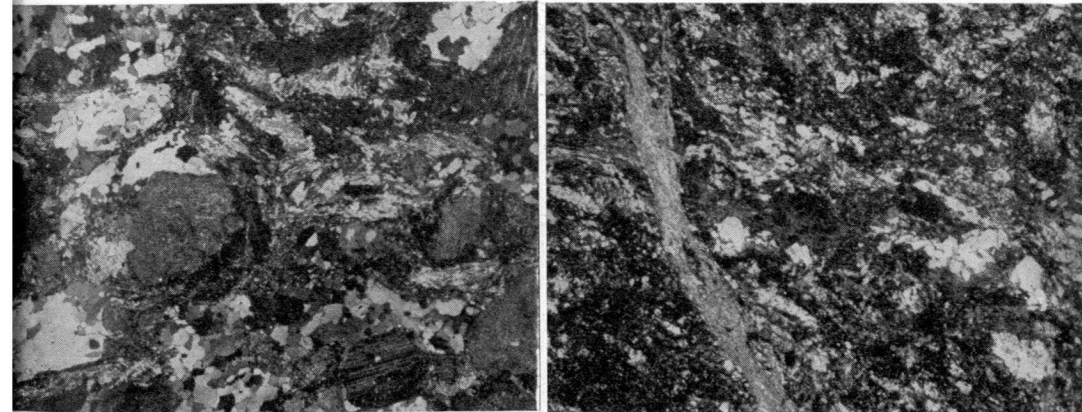


Fig. 3.

Fig. 4.

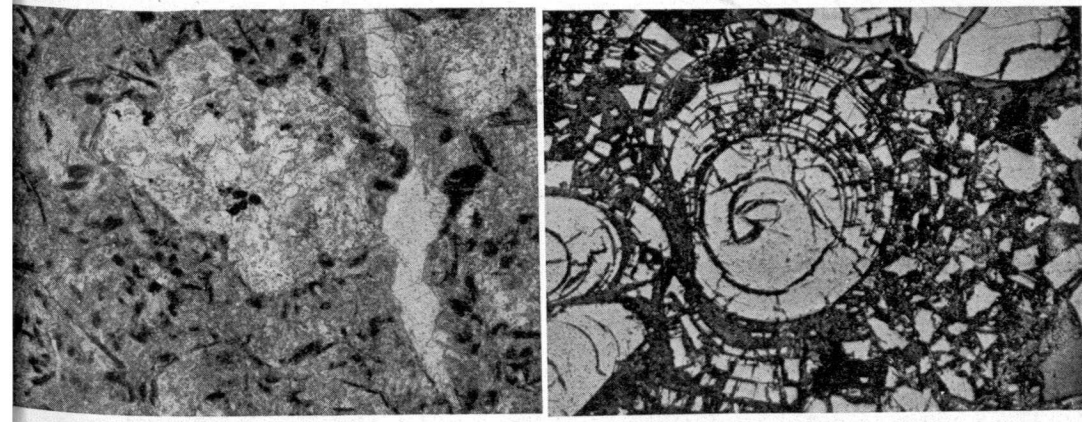


Fig. 5.

Fig. 6.

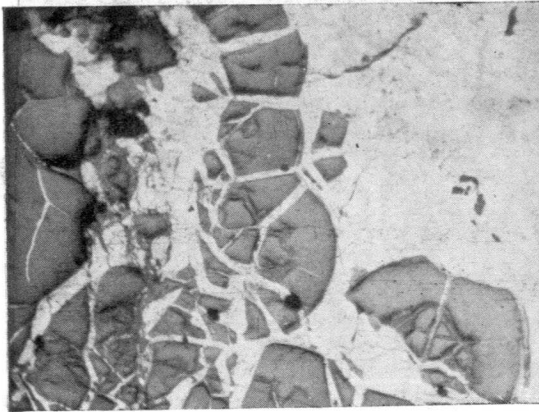


Fig. 1.

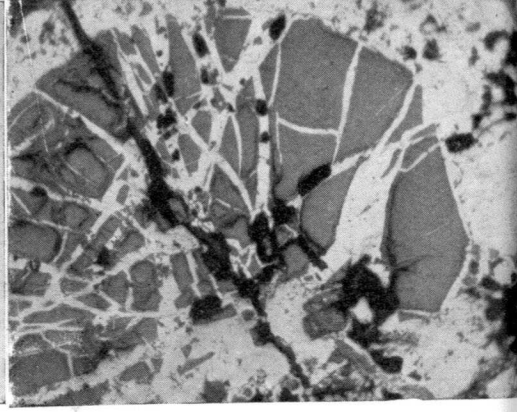


Fig. 2.

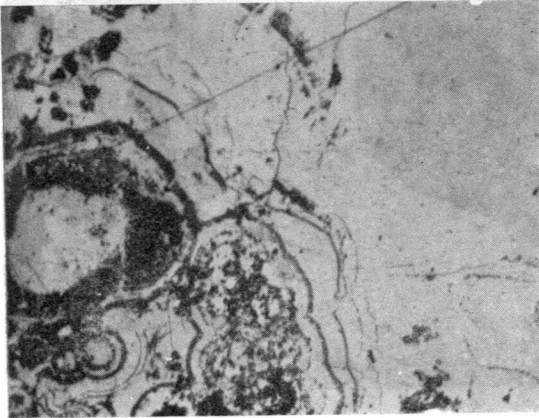


Fig. 3.



Fig. 4.

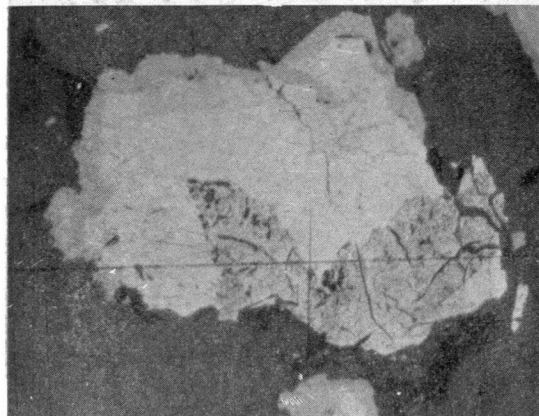


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 1.

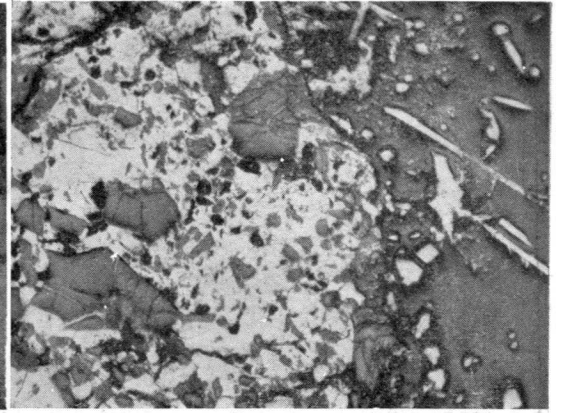


Fig. 2.

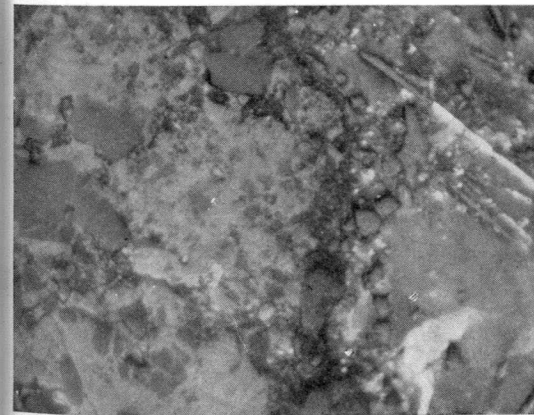


Fig. 3.

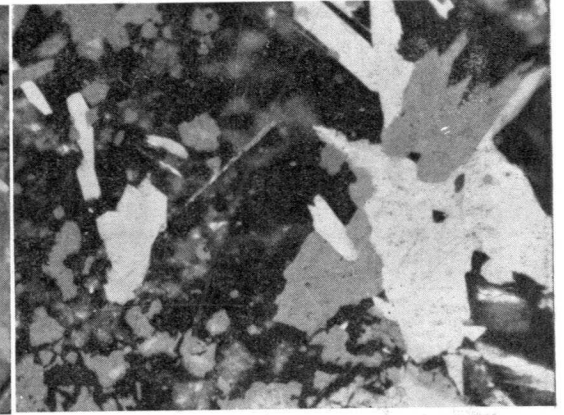


Fig. 4.

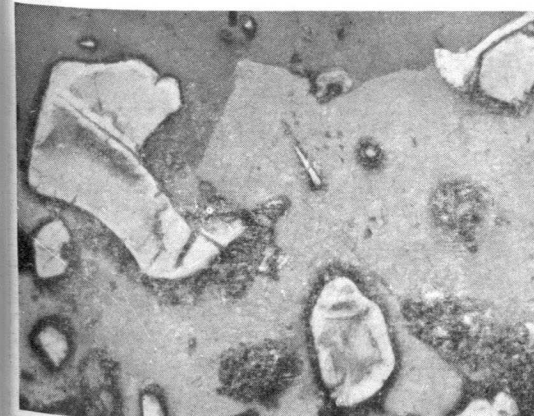


Fig. 5.

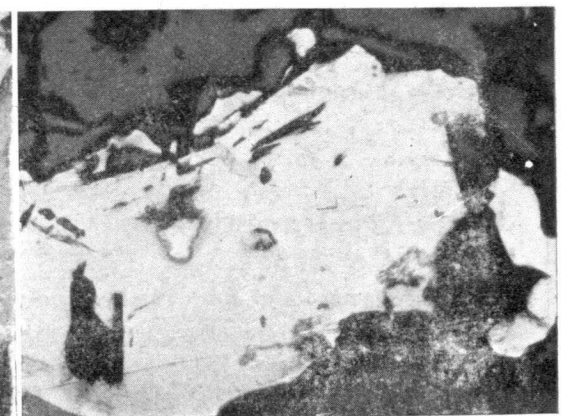


Fig. 6.

M. CRUSAFONT, HNO. R. ADROVER y JUANA M. GOLPE

HALLAZGO EN ESPAÑA DEL MAS PRIMITIVO HIPOPOTAMO FOSIL CONOCIDO HASTA LA ACTUALIDAD

(NOTA PRELIMINAR)

RESUMÉ

Les auteurs font référence à la découverte récente d'un hippopotame très primitif, le plus ancien connu jusqu'ici, dans l'histoire de cette famille de Suiformes. Sa petite taille, sa primitivité, suggèrent des étroites relations avec le fin de phylum, *Hippopotamus (Hexaprotodon) hippoensis* Gaudry, du Villafranchien de Bone, en Algérie. D'après leurs vues, les hippopotames fossiles de la Méditerranée, légèrement postérieurs chronologiquement, constitueraient une «formenkreis» de laquelle auraient descendu les formes tetraprodontes, aboutissant à *H. antiquus* et *H. amphibius*. Ils proposent pour le nouveau Hippopotame du Pikermien d'Espagne (bassin de Teruel), le nouvel nom de *Hippopotamus (Hexaprotodon) primaecus* nova sp.

ABSTRACT

This note is devoted the more ancien hippopotamus know in the story of the family, very recently found in the Pikermian levels of the Teruel basin, in Spain. These form, could be the ancestral of the last hexaprotodontic type, *Hippopotamus (Hexaprotodon) hippoensis* Gaudry, from Bone, Algeria. The mediterranean forms, slightly more recents (Lower Pliocene), could be a «formenkreis» from wich descend the tetraprotodontic forms of Europe and Africa. The authors proposed the new name *Hippopotamus (Hexaprotodon) primaecus* nova sp., for this new type of spanish Miocene.

NUESTRO ACTUAL CONOCIMIENTO SOBRE LOS HIPOPOTÁMIDOS

La familia de los Hipopotámidos colocada dentro del suborden de los Suiformes, dentro de los Artiodáctilos, está situada en la mayoría de las sistemáticas actuales en la vecindad de los Antracotéridos, es decir, dentro del grupo de los llamados, antiguamente, «Bunosenodontia» (dado el carácter de su dentición, intermedia entre la bunodontia de los Súidos típicos y

la selenodontia de los Rumiantes), incluidos hoy dentro del Infraorden de los Anodontos por Simpson (1) y otros.

En la actualidad, confinados en Africa, se hallan representados sólo por dos géneros: *Hippopotamus*, con su especie *H. amphibius* Lin. y numerosas subespecies o variedades, y *Choeropsis*, con la especie *Ch. liberiensis* (Morton); el primero, es el típico hipopótamo, hoy extendido en Africa por la región del Valle del Nilo y por varias zonas del Africa media, y el segundo es el llamado hipopótamo enano de Liberia, que vive en esta región y en Sierra Leona.

Y, sin embargo, la historia biológica de los Hipopotámidos es relativamente larga y compleja, habiendo conocido estos animales una extensión geográfica y un «habitat» muy extenso en épocas pasadas, repartidos en determinados momentos que se sitúan en el límite Plioceno-Pleistoceno, por la parte meridional de la región paleártica hasta la India y Malasia y por todo el continente africano. Como muchos grupos de mamíferos, se hallan hoy en vías de extinción después de una época de gran florecimiento y esplendor biológico y biogeográfico. Los avatares de su historia pueden paralelizarse muy bien con los de los Giráfidos, aun cuando éstos se conozcan actualmente como más antiguos. También, estos últimos han quedado confinados en Africa y están, como aquéllos, representados por dos únicos géneros, uno de «habitat» todavía extenso, la Jirafa (*Giraffa*), y otro mucho más restringido, el Okapi (*Okapia*)

Los Hipopotámidos, mucho más homogéneos en su anatomía que los Giráfidos, parecían hasta el presente haber aparecido de manera simultánea en varios puntos del ambiente peritético (constante biológica de gran interés y que hemos señalado últimamente por lo que se refiere al Mioceno superior (2)), en una época que se sitúa algo vagamente en la frontera cronológica mio-pliocénica. Los más antiguos representantes, constituían hasta hace poco, tres especies diferentes, a las que se vino a añadir muy recientemente otra, precisamente ubicada en España. Estas especies son las siguientes:

Hippopotamus siculus Hooijer, del yacimiento, pretendidamente pikermiense de Gravitelli, cerca de Mesina, en la isla de Sicilia (3) (4).

Hippopotamus pantanelli Joleaud, del yacimiento de Cassino, en la Toscana (Italia), considerado por los autores como del Plioceno inferior, en capas que se suponen más modernas que las que proporcionaron los restos del Oreopitéco (5) (6).

Hippopotamus sivalensis Falc. et Caut., procedente de los niveles del Dock Patan, en la prodigiosa seriación de los Siwalik, en la India (7).

A estas tres especies, conocidas desde muy antiguo, vino a añadirse, según se ha dicho, y gracias a las exploraciones llevadas a cabo por nuestro alumno el Rvdo. P. Aguirre, en la cuenca granadina, una nueva especie más o menos contemporánea:

Hippopotamus crusafonti Aguirre (8), del yacimiento de Arenas del Rey, en capas superpuestas a las que, en la misma serie, contienen la fauna pikermiense.

Estas cuatro formas, las más antiguas conocidas hasta hace poco de la familia de los Hipopotámidos, son de talla media, algo inferior a la especie actual *H. amphibius* y el estadio evolutivo parece ser muy semejante en las cuatro especies, aunque el *H. sivalensis* parece más evolucionado.

Si la edad del yacimiento de Casino es admitida como del Plioceno inferior, en cambio, la de los yacimientos de Gravitelli y del Dock Patan han sido objeto de abundantes y largas polémicas. Para muchos autores, el yacimiento siliciano, según se ha dicho, podría ser atribuido por su fauna al Pikermiense, es decir, al Pontiense más alto. Son de esta opinión, por ejemplo, Següenza, el primero que describió los restos de mamíferos fósiles de Gravitelli; Deperet (en 1908) (9), Haug, Parona, Pilgrim y, finalmente Hooijer, que hizo en 1946 una revisión de la biocenosis del yacimiento insular italiano. Sin embargo, el mismo Deperet en 1909 (10) volvía de su opinión y lo consideraba como de la base más extrema del Plasenciense, y así ha sido considerado por otros autores, como Viert, entre otros. La mayor modernidad del yacimiento viene sugerida por la presencia en él de *Semnopithecus monspesulanus* y de un *Parabos*, géneros éstos que aparecen sólo en el Plioceno inferior. Por otra parte, ya se dijo que el estadio evolutivo del hipopótamo de Gravitelli no parece ser más primitivo que el del *H. siculus*, de Casino y es, asimismo, de su talla.

Lo mismo acontece con el *H. sivalensis* del Dock Patan. Este nivel de los Siwalik, según los datos más recientes (vid. p. ej., Kurtén, 11) se halla a caballo sobre el Pikermiense de Europa y el Plioceno inferior, y por ello se puede suponer que el hipopótamo indico proceda de las capas altas de este nivel. Más tarde se cree aún más moderno.

El hallazgo del *Hippopotamus crusafonti* por Aguirre, en la cuenca de Granada, viene a apoyar esta hipótesis del sincronismo de los yacimientos indicados hasta ahora. También la forma granatense se halla en un nivel evolutivo semejante al de las demás tres especies citadas, con una talla muy semejante, y su edad, en este caso, no puede ser discutida como superioro al Pikermiense. Los restos de este animal fueron hallados en la parte alta de la serie terciaria de Arenas del Rey (yacimientos del Cortijo de la Dehesa, gravillas, y de los niveles altos de la mina de lignito), conteniendo también un *Parabos* y un Reduncino, así como un *Hipparion* cuyas características filéticas parecen coincidir con las del *H. sitifense* del Plioceno africano. Estas capas están situadas por encima de las que, en la misma serie de Arenas del Rey (yacimiento de la carretera de Fornes, del valle del Játar y de la mina de lignito, inferior), han suministrado una fauna típicamente pikermiense que se corresponde lateralmente con la biota de Alfa-

car, también de la misma época y con numerosas especies típicas. Es indudable que la fauna de la serie superior ha de ser considerada como del tránsito Pikermiense-Plioceno, o de la extrema base de este último (12).

LAS SERIES FILÉTICAS

Aún cuando manteniéndose, como dice Arambourg (13), dentro de «una uniformidad morfológica decepcionante», y aún diríamos «desesperante» por nuestra parte, se conocen algunas características de la evolución biológica de los miembros de la familia de los Hipopotámidos. Desde su aparición conocida, hasta la actualidad, los hipopótamos han pasado por una primera fase con el «stock» completo de incisivos, es decir, seis arriba y seis abajo, llamada «hexaprotodonta» y de ahí el nombre subgenérico de *Hexaprotodon* que se creó para los miembros más primitivos del grupo: a partir del Plioceno medio, se llega, por reducción progresiva de los incisivos a través de las formas *Hippopotamus amphibius* mut. *andrewsi* Arambourg (13) y de *Hippopotamus antiquus quasihexaprotodon* Deraniyagala (14) (Kuss, en (15), sostiene la neta separación entre *H. (Tetraprotodon) amphibius* Lin. y *H. (Tetraprotodon) antiquus* Desmarest, que algunos autores habían dado como sinónimas), al estadio «tetraprotodonta» para el que se propuso un nuevo subgénero *Tetraprotodon* y, finalmente, por reducción de los cuatro incisivos inferiores a dos, al estadio «diprotodonta» en los géneros *Prochoeropsis* Deraniyagala del Pleistoceno y *Choeropsis* Leidy, actual.

Sin embargo, hay que hacer una discriminación muy importante. De acuerdo con las fases que anteceden, debemos señalar la existencia de dos grandes líneas evolutivas, una euroafricana en la que se cumplieron todos los estadios indicados (aunque el último, sólo en Africa) y otra indomalasia en la que nunca se ultrapasó el estadio hexaprotodonta hasta la extinción de los hipopótamos en aquella región en el Pleistoceno (señalándose, sin embargo, una reducción en tamaño de los incisivos laterales).

De esta manera y resumiendo, diríamos que la serie euroafricana empezaría con las formas del Plioceno basal, con *H. siculus*, *H. pantanelli* y *H. crusafonti*, todas hexaprotodontas (Simpson y otros autores constituyen el género *Hexaprotodon* para los hipopótamos con seis incisivos arriba y abajo, reservando el de *Hippopotamus* para las formas tetraprotodontas), continuándose por el *H. protamphibius* mut. *andrewsi*, por el *H. protamphibius*, hasta llegar a la forma actual, *H. amphibius*. En este estadio, y durante el Pleistoceno, se constituyó una serie de formas vecinas, que formaron una gran radiación geográfica, llegándose, por una parte, a tipos gigantes como el *H. major* Cuvier, y por otra, a formas pequeñas como *H. iman-*

gulata Hopwood, del Kema e incluso enanas por *insularidad* tales como *H. melitenses* Major, de Malta; *H. pentlandi* Meyer, de Sicilia; *H. minor* Desmar., de Chipre; *H. lemerley* Grand., de Madagascar; otras «especies» muy vecinas del tipo de Linneo y de talla análoga vivieron entonces por toda el Africa (*H. makapanensis* Kitching, *H. ponderosus* Scott y *H. robustus* Fraas, del Africa austral; *H. gorgops* Dietrich y *H. kaisensis* Hopwood, del Africa oriental y *H. sirensis* Pomel y *H. icoriensis* Pomel, de Argelia), y por Europa (*H. antiquus* Desmar., de Europa central y meridional; *H. georgicus* Vekua, de la U. R. S. S., éste quizá de la serie asiática. Queda un poco al margen el *H. (Hexaprotodon) hipoponensis* Gaudry, de Bona, en Argeque todavía en el Villafranquiense, conservaba el estadio hexaprotodonta).

En la serie asiática, a partir del *H. sivalensis*, del Dock Patan, pasaríamos a las formas pleistocénicas de los *H. namadicus* y *H. palacindicus* de Nabadá, y el primero también de Java, *H. iravaticus*, de Birmania; *H. koenigswaldi*, de Java; *H. sinhaleyus*, de Ceilán y *H. asurus* del Mar Negro, todos ellos hexaprotodontos hasta su extinción en el Pleistoceno.

La fase diprotodonta se inauguraría en Africa en el Pleistoceno con el género *Prechoeropsis* Deraniyagala (1948), y seguiría por el *Choeropsis* actual de Liberia y Sierra Leona.

Según un estudio de Anthony sobre paleoneurología de hipopótamos, el *H. protamphius* constituiría una línea separada en el Pleistoceno de la que conduce a *Choeropsis* (22).

EL NUEVO HIPOPÓTAMO ESPAÑOL

Muy recientemente, uno de nosotros (Adrover), tuvo la fortuna de encontrar restos, desgraciadamente fragmentarios, aunque perfectamente demostrativos, de un nuevo hipopótamo, esta vez en niveles claramente pikermienses revelados por una muy numerosa fauna. Estos restos proceden de uno de los muy numerosos yacimientos del Pontiense superior de la cuenca o subdepresión de Teruel (dentro de la gran depresión de Calatayud-Teruel, de Royo y Gómez). Se trata de la localidad que el primero de nosotros llamó de la Rambla de Valdecebro II, conocida también por «Arquillo de la Fontana», en las cercanías del cementerio de Teruel. Este yacimiento había sido descubierto por el Hno. Basilio Angel, del Colegio La Salle de aquella ciudad, durante sus explotaciones hasta su traslado a Mallorca, siendo después sustituido por el Hno. Rafael Adrover, firmante de esta nota.

La asociación del yacimiento que nos ocupa no ofrece dudas respecto de su edad pikermiense, no ya sólo por los elementos que la forman, sino por su relación con los demás yacimientos de la subdepresión, todos ellos perfectamente datados como del Pikermiense, singularmente el de Concul, ya clásico. El yacimiento de la Rambla de Valdecebro II contiene, entre otras, las

siguientes especies que datan perfectamente el nivel: *Lycyaena chaerettis* (Gaudry); *Crocota eximia*, Roth et Wagner; *Machairodus aphanistus*, Kaup; *Dipoides problematicus*, Schlosser; *Microstonyx erymanthius*, Roth et Wagner; *Gazella deperdita*, Gervais; *Tragocerus amalthea*, Roth et Wagner; *Hipparion periafricanum*, Vill. et Crus; *H. gromozae*, Vill. et Crus.; *H. truiyolsi*, Sondaar; *Turicius turicensis* (Schinz) (16) (17).

Del nuevo hipopótamo se conocen únicamente las siguientes piezas, cuya descripción detallada y estudio preciso será hecho por uno de nosotros (Golpe) en su tesis doctoral, en preparación, sobre los Suiformes fósiles de España, bajo la dirección del primero de los firmantes: un D 4 inferior, un M 2 inferior, y una segunda mitad de un M 1 superior, todos ellos izquierdos, así como fragmentos indeterminables de otras piezas.

La nueva forma del Pikermiense de Teruel, indudablemente la más antigua conocida: aun manteniéndose dentro de la estructura ya típicamente hipopotámida, presenta caracteres primitivos, los más primitivos hasta ahora vistos sobre un hipopótamo. En primer lugar, su pequeña talla, la más pequeña, dejando aparte las formas enanas insulares y las de los diprotodontos, tal como conviene a un origen normal de su *phylum*, y más pequeña, por lo tanto, que la de las que van a sucederle cronológicamente en el área mediterránea. Por ejemplo, el M 2 inferior mide 38 mm. de longitud por 28 mm., contra 46-50 mm. de longitud y 35-39 mm. en el *H. siculus*; 43-48 mm. por 31-39 mm. en el *H. siculensis*, y 45 de longitud por 33 de anchura en el *H. pantonelli*. Esta pieza no se conoce del *H. crusafonti*, pero las demás conocidas entran en las mismas proporciones de las formas mediterráneas e indicas. En segundo lugar, se trata de una especie braquidonta (el fragmento de M 2 superior muestra un índice de hipsodontia de sólo 0.66) y con tubérculos mucho menos marcadamente «trebolados» que en las especies más modernas. La pieza superior se muestra con un perfil tendiendo a cuadrado y no a rectangular y los estilos están apenas insinuados: el reborde basilar del M 1 superior es poco marcado y se borra al pie del metacorno e hipocono.

Aunque no se conozca la región incisiva, no se puede dudar que el hipopótamo de Teruel, por su primitividad acusada, estaría dentro del estadio hexaprotodonto. Tampoco conocemos el canino que nos indicaría detalles importantes del estado evolutivo. Sin embargo, no tenemos ninguna duda respecto del hecho de hallarnos ante la especie más primitiva de la familia que nos ocupa, lo que viene confirmado por la antigüedad de los sedimentos que la contenían. Para ella proponemos, ya desde ahora, el nombre de *Hippopotamus (Hexaprotodon) primaevus* nova sp.

CONCLUSIONES PROVISIONALES

De los datos aquí expuestos creemos poder llegar a unas ciertas conclusiones, por lo menos provisorias, que pueden ser de un gran interés como aportación al conocimiento de la evolución de los hipopótamos. Por una parte, podemos afirmar que ya en el Pikermiense típico, los hipopótamos estaban constituidos como tales en sus rasgos esenciales dentarios, aunque con algunos caracteres primitivos que nos pueden sugerir algo respecto de su posible origen.

Por otra parte, nos parece poder diferenciar dentro del haz filético de la serie euroafricana, una línea especial, una escama lateral primitiva, conservadora y de talla pequeña que, inaugurándose con la forma turolense aquí señalada, se continuaria, a través de formas hasta hoy desconocidas, hasta el *H. (Hexaprotodon) hipponensis* Gaudry (18), del Villafrankiense de Argelia y que se mantuvo dentro del estadio de hexaprotodontia hasta los principios del Cuaternario, línea que no puede, en modo alguno, interferir con el haz principal que de las formas mediterráneas de Casino, Gravitelli y Granada, conduciría al *H. amphibius* actual, dado que este haz había adquirido ya la tetraprotodontia en el Plioceno medio. La similitud de las especies de Teruel y de Bona es realmente sorprendente y el único carácter evolutivo es el de la mayor hipsodontia del animal africano, pues la talla se mantiene casi la misma, así como otros caracteres de primitividad.

El haz principal está constituido, pues, por la serie que lleva de las formas medianas hexaprotodontas hasta el *H. amphibius*, tetraprotodonto, en el momento de cuya eclosión coincide la gran radiación de formas, variedades y mutaciones que se expandieron por la región paleártica y toda el Africa, hasta quedar reducida a la especie típica confinada hoy al continente africano y aun con un área mucho más restringida que en los inicios del Cuaternario. Finalmente se constituiría la fase diprotodonta con formas enanas, aunque en este caso continentales (en contraste con el enanismo de las especies insulares vecinas del *H. amphibius* y tetraprotodontas) de la línea marginal *Prechoeropsis-Choeropsis* que pudieron resistir la competencia con el hipopótamo típico, precisamente por tener una talla considerablemente más pequeña dentro de su tentativa diprotodonta.

En tercer lugar, si es cierto que el nuevo animal español, a pesar de su primitividad, no nos puede ilustrar de manera perfecta sobre la posible ancestralidad de los miembros de la familia *Hippopotamidae*, nos sugiere un mayor acercamiento a las ideas de Falconer, Lydekker, Andrews, Colbert y otros, acerca del posible origen de los hipopótamos a partir de los Antracotéridos. Por nuestra parte, creemos que los primeros vinieron a ocupar hacia el Mioceno medio, por lo menos en Europa, los nichos ecológicos

abandonados por los Antracotéridos, como ellos animales semianfibios y semigraviportales. Es posible que en el curso del Vindoboniense se establecieran los primeros tipos hipopotamiformes que nos ilustrarán, cuando se les encuentre, acerca del punto de enlace con la rama originaria. Resulta ya, desde ahora, interesante verificar las analogías anatómicas entre algunos miembros de la familia de los Antracotéridos, tales como *Parabrachyodus* y *Merychopotamus*, con los hipopotámidos. Estas analogías fueron ya precisadas por Colbert por lo que se refiere al segundo de los indicados géneros (19), demostrando la existencia de caracteres hipopotamoides en el cráneo del animal asiático. Por lo que se refiere al género *Parabrachyodus*, es interesante notar la tendencia en este animal, fin de filum de los Antracotéridos, a la estructura, por lo menos en parte, «trebolara» de los molares superiores. Es cierto que Viret, en Piveteau (20), no se muestra entusiasmado con esta hipótesis pues, según dice, no es raro encontrar paralelismos entre los fines de *phylum* de grupos afines. Pero no es menos cierto que, en este caso, no se trata de líneas evolutivas sincrónicas, sino que la de los Hipopotámidos sucede a la de los Antracotéridos y ocupa los mismos o parecidos nichos ecológicos y entonces los fenómenos de paralelismo pierden mucho más su valor, y estas analogías nos pueden, por el contrario, ilustrar mejor acerca del verdadero parentesco. Del hecho de que los Antracotéridos, por lo menos los más evolucionados, tuvieran costumbres semianfibias, nos puede convencer la constatación de que el *Brachyodus onoideus*, animal típico del Burdigaliense, sólo aparece en yacimientos de estuario y no en los del Burdigaliense claramente continental.

Para concluir diremos que los autores han publicado una pequeña nota sobre el sensacional hallazgo del primer hipopótamo conocido de la historia paleontológica, en la Academia de Ciencias de París (21).

Madrid, Sabadell, Teruel, noviembre de 1962.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) SIMPSON, G. G.: *The principles of classification and a classification of Mammals*. «Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.», 35. New York, 1945.
- (2) CRUSAFONT-PATRO, M. et GOLPE, JUANA M.: *Présence dans le Miocène d'Espagne, de Mustelidés connus, à l'Est sur les bords de la Téthys* «C. R. Acad. Scienc.» Paris. Tome 254. 1962.
- (3) SEGUENZA, L.: *Nuovi resti di Mammiferi pontici di Gravitelli, presso Messina*. «Boll. Soc. Geol. Ital.», 26. 1907.
- (4) HOOIJER, D. A.: *Notes on some pontian Mammals from Sicily, figured by SEGUENZA*. «Arch. Neerl. Zool.», t. VII. 1946.
- (5) PANTANELLI, D.: *Sugli strati miocenici del Casino (Siena)...* «Reale Acad. dei Lincei». Anno CCLXXVI. Roma, 1879.
- (6) JOLEAUD, L.: *Contribution à l'étude des Hippopotames fossiles*. «Bull. Soc. Geol. France», Sér. IV. 20. Paris, 1920.

- (7) FALCONER, H. and CAUTLEY, P. T.: *Fauna antiqua sivalensis Part. VII (Hippopotamus, Merychopotamus)*. London, 1847.
- (8) AGUIRRE, E.: *Una nouvelle faune à «Hipparion» au S. de l'Espagne (Granada)*. «Mitt. Geol. Gessells. in Wien», 52: Band. Wien, 1959.
- (9) DEPERET, CH.: *The evolution of Tertiary Mammals and the importance of their migrations. III. Miocene epoch*. «Amer. Naturalist.» 42. 1908.
- (10) — — : *L'Evolution des Mammifères tertiaires; importance of their migrations. Epoque pliocène*. «C. R. Ac. Scienc. Paris», 148. Paris, 1909.
- (11) KURTEN, B.: *A note on the Age of the Dock Patan zone of the Sivalik series (India)*. «Acta Univ. Stockh». Vol. 11. 2. Stockholm, 1958.
- (12) AGUIRRE, E.: *Novedades paleomastológicas de la depresión de Granada y estratigrafía de su borde NE: Alfacer*. «Estudios Géol.», XIV. 38. Madrid, 1958.
- (13) ARAMBOURG, C.: *Mission scientifique de l'Omo*. Tome I. Géologie-Anthropologie. Mus. Nat. Hist. Nat., fasc. III. Paris, 1947.
- (14) DERANIYAGALA, P. E. P.: *The Hippopotamus of England*. «Proc. Seventh. Ann. Sess. Ceylon. Assoc. Scienc.», teil II. 1951.
- (15) KUSS, S. E.: *Altpleistozäne Reste des Hippopotamus antiquus DESM. von Oberrhein*. «Jb. geol. Landesamt Baden-Württemberg», 2. Freiburg, 1957.
- (16) CRUSAFONT, M. et TRUYOLS, J.: *Apperçu stratigraphique et paléont. sur le bassin de Calatayud-Teruel*. «II Reunion du Com. Neog. Med.», Sabadell Madrid, 1961.
- (17) SONDAAR, P.: *Les Hipparion de l'Aragon meridional*. «Estudios Geol.», vol. XVII. 3-4. Madrid, 1961.
- (18) GAUDRY, A.: *Sur un Hippopotame fossile découvert à Bone (Algérie)*. «Bull. Soc. Géol. de France». Sér. III. 4. Paris, 1876.
- (19) COLBERT, E. H.: *Distributional and phylogenetical studies on Indian fossil Mammals. IV. (Suidae and Hippopotamidae)*. «Amer. Mus. Nov.», 799, 1935.
- (20) VIRET, J. in PIVETEAU, J.: *Traité de Paléontologie*. T. VI. Vol. I. Mas. and Cie. Paris, 1961.
- (21) CRUSAFONT, M. ADROVER, R. et GOLPE, JUANA M.: *Découverte en Espagne d'un hippopotame fossile, le plus primitif connu jusqu'à présent*. «C. R. Acad. Scienc. Paris» (en voie de publication).
- (22) ANTHONY, J.: *Etude des moulages endocranics o Hippopotamus disparus*. «Mem. Inst. Nat. Hist. Nat.», T. XXVI, fasc. 2. Paris, 1948.

M. CRUSAFONT PAIRO

NUEVAS APORTACIONES PALEOBIOGEOGRAFICAS DE LA PALEOMASTOLOGIA ESPAÑOLA

R É S U M É

L'auteur dans le présent raccourci, resume les résultats obtenus, des points de vue paléobiologique et paléobiogéographique, basés sur les nouveautés dans le cadre de la Paléontologie stratigraphique, à partir des travaux réalisés en Espagne par le Musée de Sabadell notamment, pendant une période de près de vingt cinq ans de recherches dans le domaine des Mammifères fossiles du Tertiaire espagnol, et suscite des nouvelles spéculations à propos des trouvailles récentes. Le tout forme déjà un corps de doctrine assez considérable dans le cadre de la Paléobiologie, la Paléobiogéographie et l'Evolution des Mammifères tertiaires de l'Ancien Monde et remarque l'importance du rôle joué par la Peninsule Ibérique dans cette période de l'histoire géologique au point de vue de ses propres caractéristiques et celles du peuplement des continents qu'elle mettait en communication.

A B S T R A C T

The author makes an abstract about his study, during near twenty five years in the Museum of Sabadell, among the tertiary mammalian faunas of Spain, with their results on the paleobiological and paleogeographical fields, based upon the novelties in the status of the stratigraphical paleontology of the iberic appendage, with special references to the conditions of «habitat» at this country, and the relationships with the conditions between the continents that were in communication by this spanish finisterre. The major facts of endemic and autochthonous conditions, and the results upon the Evolution of tertiary fossil Mammals from the Old World, are emphasized, with a set of new speculations.

FUNDAMENTOS ESTRATIGRÁFICOS

Siendo la Península Ibérica uno de los países con mayores extensiones del Terciario continental, presentando, además, potentes series y magníficas exposiciones gracias a las deficiencias de vegetación de algunas de sus regiones, no era de extrañar que, a lo largo del tiempo, adquiriera nuestro país

el extraordinario interés que hoy presenta ante los especialistas en Paleomastología de todo el mundo y aun de muchos zoólogos interesados en los avatares de la vida del pasado, así como de los especialistas del complejo tema de la Evolución orgánica.

Se cumplen ahora casi los cincuenta años de los primeros estudios especialmente dedicados a la Paleomastología española y, de éstos, veinticinco de la intervención de la Sección idónea del Museo de Sabadell, y los resultados obtenidos hasta el presente han sido verdaderamente prodigiosos, gracias precisamente a las características especiales de nuestro solar geológico.

Los pioneros esenciales del estudio de la Paleontología mastológica en nuestro país, fueron indudablemente los Hernández-Pacheco (E. y F.), Royo y Gómez y el Rvdo. P. Bataller (J. R.) (recientemente traspasados), con algunas pequeñas intervenciones de otros autores como Gómez Lluca, por ejemplo. Posteriormente, se ensancharon las investigaciones con las nuevas corrientes en el estudio de los mamíferos fósiles y desde el año 1933, se empezaron los trabajos de la Sección de Paleontología del Museo de Sabadell con la intervención del firmante de esta nota y su colaborador Dr. Villalta, de Barcelona, y más tarde con el Dr. Truyols, de Sabadell, y el Rvdo. P. Aguirre, de Madrid. Finalmente intervienen con sus tesis y otra colaboración, la señorita Golpe (J. M.) y el Hno. Arnanz, la primera, incorporada ya a la Sección de Sabadell.

Esta nota está consagrada a un resumen de la labor alcanzada en las cuestiones, sobre todo, paleobiológicas y paleobiogeográficas, gracias al estudio de la fauna de Mamíferos terciarios de España, pero para ello se tuvieron que establecer una serie de jalones estratigráficos de gran importancia que completaron el conocimiento del Terciario español y precisaron el establecimiento de series poco caracterizadas hasta nosotros y a las cuales vamos a hacer una breve referencia. Estas cuestiones fueron, en parte, expuestas en la II Reunión del Comité del Neógeno Mediterráneo, incorporado al Congreso Geológico Internacional, celebrada el año pasado en Sabadell-Madrid, con una serie de itinerarios de gran interés para la estratigrafía neogénica.

Gracias a los trabajos realizados durante estos últimos veinte años, las cuencas terciarias españolas han podido ser caracterizadas paleontológicamente de una manera bastante precisa y su estratigrafía ha sido, con ello, mejor definida.

De manera sumaria vamos ahora a referirnos a las diversas cuencas terciarias españolas, sobre todo a aquellas a las cuales se han aportado un mayor y más importante número de novedades desde el punto de vista estratigráfico.

En primer lugar, tenemos que implicar la caracterización, por vez primera, de una cuenca continental prepirenaica en la zona catalano-aragonesa, que

abarca desde un probable Ipresense, siguiendo por un Luteciense típico hasta el Ludense (el único tramo anteriormente caracterizado, en una sola localidad: Sosís, en las cercanías de la Pobl. de Segur). Esta seriación corona la formación eocénica marina, ya conocida de antiguo y que está recubierta por los conglomerados postpirenaicos. Con alguna probabilidad el Ipresense, y con toda seguridad el Luteciense, han proporcionado una rica fauna de Mamíferos con hasta dieciséis especies.

La cuenca del Ebro, hoy mejor conocida desde el punto de vista paleontológico-estratigráfico, podemos afirmar que abarca desde un posible Ipresense continental en la base (formaciones rojas inferiores al Montserrat) hasta el Vindoboniense con intercalaciones marinas que incluyen el Luteciense y Bartonense. Los tramos caracterizados paleontológicamente gracias a los Mamíferos, son el Ludense (que permitió fechar como de esta época los depósitos salinos de Cardona-Suria-Balsareny), el Sanoisense, el Estampiense, el Aquitaniense, el probable Burdigaliense y el Vindoboniense. El conjunto de esta seriación podría rebasar los 10 kilómetros de potencia.

La cuenca del Vallés-Penedés, hoy la mejor conocida y la que incluye las asociaciones mastológicas más nutridas de la Península, y de la que anteriormente se habían señalado sólo algunos yacimientos aislados del Aquitaniense (después rectificado por nosotros), del Vindoboniense y del Pontense (en sentido lato), constituye hoy una seriación completa que abarca todo el Mioceno, desde el Burdigaliense inferior hasta el Pontense superior o Pikermiense, con las intercalaciones marinas que englobarían el Burdigaliense, con dudas, y el Vindoboniense inferior.

Las cuencas del Ampurdán y de la Selva, poco exploradas todavía, parecen comprender el Pontense, caracterizado por primera vez por nosotros en La Bisbal, y el Plioceno con las intercalaciones marinas de este último piso y tan famosas por sus yacimientos de moluscos.

Las cuencas de la Cerdaña y de La Seu d'Urgell presentan tramos que pertenecen esencialmente al Pontense inferior o Vallesiense, del cual hablaremos más adelante, aunque la primera de ellas, en la zona francesa y en el subsuelo (minas de lignito de Estavar), podría englobar, asimismo, el Vindoboniense.

La cuenca del Duero abarca ya sólo, como las dos últimas citadas, sólo niveles continentales, inaugurándose con el Luteciense y Ludense en las provincias de Zamora y Salamanca, con una extensión territorial muy dilatada, tal como había sido señalado primeramente por Royo y después rectificadas erróneamente por otros autores. Los demás tramos caracterizados pertenecen todos al Vindoboniense, al Vallesiense y al Pontense.

En la tesis del señor Truyols se separa de manera autónoma la pequeña depresión de Almazán que comprendería el Aquitaniense y, en discordancia con él, los niveles miocénicos todavía no caracterizados paleontológicamente

hasta la actualidad. Contiene el yacimiento más importante de España del Aquitaniense, en Cetina de Aragón, considerado antiguamente y por error como Pontiense, Sarmatiense o Burdigaliense.

Otra región hoy muy bien estudiada, gracias a la colaboración con las Universidades de Utrecht y de Montpellier, es la llamada cuenca de Calatayud-Teruel, que en realidad comprende dos cuencas separadas: la de Calatayud, que abarca desde el Burdigaliense superior hasta el Vallesiense, caracterizado el primero en las proximidades de Calatayud y Daroca y en la zona de Montalbán-Utrillas (considerada ésta antiguamente, por error, como oligocena), el Vindoboniense, en Manchones-Villafeliche y el Vallesiense, en Nombrevilla-Retascón. La de Teruel, de la que hablaremos especialmente al final de esta nota, comprende hasta el momento sólo niveles pikermienses: las capas inferiores rojas no han sido fechadas por el momento, por la ausencia de fauna.

La cuenca del Tajo ha proporcionado últimamente notables elementos de juicio que han permitido caracterizar en el Paleógeno, citado en bloque por los autores, el Ludense, en Huérmeces del Cerro, y el Sanoisiense en Espinosa de Henares, completándose luego con los tramos caracterizados ya de antiguo del Burdigaliense superior-Vindoboniense inferior, los del Vindoboniense típico, los del Vallesiense y los del Pikermiense.

Muy recientemente se pudo apuntar un dato de interés para la estratigrafía del terciario de Extremadura, con la caracterización paleontológica del Vindoboniense, gracias al hallazgo, por Hernández-Pacheco (F), del *Hispanotherium*, una forma ibérica típica de la cual se hablará más adelante.

Los trabajos del P. Aguirre han permitido señalar, por vez primera, series continentales en las cuencas andaluzas. En Granada se conocen los tramos pertenecientes al Pikermiense y los del tránsito Pikermiense-Plioceno o del Plioceno basal.

Y, finalmente, digamos que, por vez primera, pudo caracterizarse el Vindoboniense continental en la zona valenciana, gracias al descubrimiento de un rico yacimiento de Mamíferos en Buñol.

NOVEDADES PALEOBIOLOGICAS Y PALEOBIOGEOGRAFICAS

Primeros resultados

a) *Hechos diferenciales biofaciales*

Aparte de las notas paleontológicas publicadas en 1933 y 1934, las actividades propias de la Sección de Paleontología del Museo de Sabadell no empezaron con plena intensidad sino después de la guerra civil española. Por aquel entonces y gracias a los trabajos de Bataller, se conocían dos yacimientos del Vindoboniense terminal, tipo La Grive Saint-Albau, en el Isère,

yacimiento clásico francés de la época: uno en el Vallén: localidad de la trinchera del ferrocarril, en Sant Quirze de Galliners, y otro en el Penedés: localidad de Hostalets de Pierola. El conocimiento de las faunas de ambos yacimientos nos ilustró pronto sobre interesantes cuestiones biofaciales, con hechos diferenciales de gran interés en relación con la litofacies. En efecto, en el primero de estos yacimientos se hallaban materiales finos, limosos, con abundantes y finas capas ligníferas y con escasos conglomerados. En este yacimiento abundaban los castores: *Stenocofiber depereti* y *Monosaulax minutus*, así como una gran representación de Insectívoros malacófagos tipo *Plesiodymilus chantrei*. Por el contrario, en Hostalets alternaban las margas pardas, con conglomerados en sedimentación cruzada y, en la fauna, los castores estaban totalmente ausentes sobre un total de varios miles de individuos (de acuerdo con un estudio biostadístico que se realizó más tarde y del que se hablará más adelante), escasa la presencia de *Plesiodymilus* y, en cambio, abundantes los *Cricctodon*. Con todo ello, se pudo establecer que ambas biotas, la del Vallén y la del Penedés, revelaban muy diferentes condiciones faciales: de bosques en galería, en el primero, y de regímenes torrenciales en la segunda, aunque ambas caracterizadas por ambientes forestados importantes (Villalta y Crusafont, 1944 a).

Otro hecho diferencial de gran importancia, aunque éste dé un mayor radio de envergadura, fué el de la verificación de la inexistencia de Equidos en las formaciones vindobonienses de nuestra cuenca, es decir, del *Anchitherium*, género típico del Vindoboniense europeo, en contraste con su abundancia en las formaciones sincrónicas del centro de España, así como la ausencia de determinados cérvidos, como *Palcomeryx* y *Dicroceras*, sustituidos aquí por otros como *Euprox* y *Stephanocemas* (Villalta y Crusafont, 1944 b). La ausencia de Equidos en el Vallés-Penedés, parecía compensarse, en parte, con la relativa abundancia de Chalicotéridos (*Macrotherium*), ausentes, en cambio, en el Vindoboniense de las Mesetas (Villalta y Crusafont, 1944 c).

b) *Origen de las faunas terciarias españolas y caracterización del Vallesiense.*

Los hechos diferenciales biofaciales registrados en nuestras investigaciones de las faunas mastológicas de nuestro Mioceno, empezaron a perfilar algunas ideas sobre el origen de las diversas biotas españolas. Fué de esta forma como se llegó a la conclusión de que en una época de comunicación fácil con el resto del continente europeo, las asociaciones vindobonienses del centro de España tenían un marcado sello aquitánico (no Aquitaniense!) y mostraban una gran afinidad con las de los yacimientos de Aquitania, singularmente con las de Sansan y La Romieu (aunque ésta, de edad burdigala-

liense), mientras que las del Vallés-Penedés de esta misma época, eran análogas a las faunas *rodánicas* por su semejanza con las del yacimiento de La Grive Saint-Alban, en el Isère (Villalta y Crusafont, 1945 a). Estas ideas fueron después corroboradas por el ya citado estudio biostadístico al que nos referiremos en otro apartado de esta nota.

Por lo que se refiere a las faunas pontienses, debemos indicar que ya desde las primeras épocas de nuestras campañas se nos hizo patente la existencia de dos tipos de biotas escalonadas en el tiempo y ambas con *Hipparion*. En primer lugar, pudimos darnos cuenta de que el yacimiento de Hostalet de Pierola no era todo él vindoboniense, sino que, por encima de las capas del Mioceno medio, aparecían niveles con la fauna de *Hipparion*. Más tarde, el descubrimiento del yacimiento de Can Ponsich en Sant Quirze (Crusafont y Truyols, 1947) y las exploraciones de los yacimientos de Viladecaballs, conocidos ya desde la época de Palet y Barba, en contraste con el hallazgo de las importantes brechas osíferas de Piera, análogas por su litofacies y por su biofacies con las célebres de Pikermi, nos hicieron pensar en la existencia de dos faunas pontienses superpuestas, lo que vino corroborado más tarde por la presencia en los niveles inferiores de un *Hipparion* de tipo primitivo (*H. catalaunicum*) por Pirlot (19) asociado a Jiráfidos primitivos del género *Palaeotragus* (Crusafont, 1952 y 1953).

Fué por este motivo que se consideró la existencia de niveles infrapikermienses para los que, en principio, propusimos el término de Meótico prestado por la literatura estratigráfica oriental (Crusafont y Villalta, 1947 a) (Crusafont, 1950 a), pero, más tarde, considerando que el Meótico abarca también una parte de nuestro Vindoboniense, decidimos crear el nuevo término de *Vallesiense* (dedicado al Vallés) (Crusafont, 1950 b). Desde entonces propusimos el nuevo nombre de piso para el Pontense inferior y el de Pikermiense para el superior, nomenclatura que ha sido aceptada por numerosos paleontólogos de Europa occidental.

El hecho de presentar las asociaciones vallesienses un buen número de representantes de la fauna forestada centroeuropea (tipo Eppelsheim) (lo que acontecía también con las biotas de La Cerdaña y la Seu d'Urgell), y las pikermienses de Piera, otras de carácter oriental, con el *Hipparion mediterraneum*, nos hizo considerar que en España se presentaban, como excepción, superpuestas las faunas centroeuropeas y las orientales con marcados caracteres diferenciales; la primera, continuando las condiciones ecológicas vindobonienses forestadas, y la segunda inmigrada a consecuencia de la gran regresión del fin de ciclo miocénico al final del Pontense desde el Oriente mediterráneo (Crusafont y Villalta, 1954), y de carácter estepario (abundante Jiráfidos, Antilópodos, etc.). Mucho más tarde, se presentó la definición estratigráfica del Vallesiense, señalándose como estratotipo el correspondiente al yacimiento de Can Ponsich (Crusafont y Truyols, 1959).

c) *Autoctonías y endemismos*

El gran número de géneros y especies nuevas descubiertas en los yacimientos terciarios españoles, algunos ya caracterizados con anterioridad a nuestras campañas, como el célebre *Palaeoplatyceros* por Hernández-Pacheco, del Vindoboniense de las mesetas interiores (19), así como el curioso Girafóide *Triccromeryx*, el tricornio español con protuberancia occipital, sólo comparable con los *Cranioceras* americanos por paralelismo (Villalta, Crusafont y Lavocat, 1949) (Crusafont, 1952), novedades que se correspondían, en general, con determinadas épocas del Terciario, nos hizo sospechar la existencia de momentos de autoctonías y de endemismos, alternadas con períodos de paneuropeísmo en las biotas españolas, coincidiendo, las primeras, con momentos de orogénesis y de epirogénesis pirenaicas u otros factores, y otras con fases posteriores de erosión que abrieron pasos de comunicación. Así se consideró el Pirineo como barrera-filtro selectivo para el paso de inmigrantes y emigrantes desde el continente europeo (también lo hubo con el africano, según las épocas) a la Península y viceversa (Crusafont, 1954 a).

Gracias a ello se señalaba, aunque a mucha menor escala, un hecho comparable con las grandes *anacoresis* de Australia, de América del Sur y de Madagascar, aún cuando, gracias a los estudios estadísticos de que hemos hablado, nunca el grado de endemismo de las faunas terciarias españolas rebasó el 30 por 100, semejante al actual de las islas de Cabo Verde. Las consecuencias paleobiológicas de este fenómeno serán consideradas en otros apartados.

La autoctonía y el endemismo venía a establecer así una constante biológica de gran importancia en la Península Ibérica, que se llegaba a traducir incluso en el temperamento humano de los españoles en la actualidad y durante la historia biológica del hombre en nuestro país.

Se señalaron, en un principio, las siguientes fases de endemismos: una de ellas correspondiente al Luteciense, debida a aislamientos insulares en el gran brazo de mar que se extendió por la zona pirenaica, desde el Mediterráneo al Atlántico en esta época, fase que se llamó *noguérica*, aludiendo al nombre de los dos ríos Noguera Pallaresa y Ribagorzana, entre los cuales se hallan los yacimientos eocénicos prepirenaicos de que hablamos al principio de esta nota. La segunda fase se estableció para el Sanoisiense (restificado después al Estampiense, Truyols y Crusafont, 1961) y se le llamó *urgélica*, aludiendo a la comarca del Urgell, en donde se halla ubicado el importante yacimiento de Tárrega y debida a los primeros empujes orogénicos pirenaicos postludienses; la tercera se señaló del Burdigaliense inferior y se llamó *rubricática*, del nombre latino del río Llobregat, aludiendo al Burdigaliense, caracterizado en el Vallés-Penedés desde hacía

algunos años por nosotros, rectificando la edad aquitaniense supuesta por Almera (Crusafont, Villalta y Truyols, 1952), fase endémica debida probablemente a una barrera pirenaica de tipo ecológico, y la cuarta correspondía al Vallesiense y se llamó *vallésica*, aludiendo al nombre de la comarca del Vallés y se atribuyó a los levantamientos pirenaicos de tipo alpino que tuvieron lugar aproximadamente a fines del Vindoboniense. El Ludense, Aquitaniense, Vindoboniense y Plioceno fueron considerados, en general, como de carácter paneuropeo por sus faunas (Crusafont, 1955) (Crusafont, 1958 a).

Más tarde estas fases fueron ampliadas con las del Villafraniense con el nombre de *ibérica*, la del Plioceno inferior de Andalucía como *bética*; la del Tirreniense de Mallorca como *balcárica*, y la del Pleistoceno medio hasta la actualidad como *hispanica* (Crusafont, 1961).

d) *Fines de phylum.*

Los fenómenos de endemismo produjeron durante diversos momentos en nuestro país a través del Terciario, la formación de fines de *phylum* de un gran interés paleobiológico y, sobre todo, desde el punto de vista de la cuestión evolutiva, fenómenos paralelizables con los que se señalan en las anacresis de los Implacentarios australianos y a los endemismos de América meridional y de Madagascar, por ejemplo. No queremos dar citas demasiado prelijas y sólo nos referiremos a tres casos de gran interés en el relevo de los tipos adaptativos en diferentes épocas.

Uno de ellos se refiere al hallazgo de un fin de *phylum* del grupo de los Erinacéidos del género *Palerinaceus*. Cuando ya en el exterior, este género estaba extinguido, en nuestro Vallesiense continuó constituyendo un nuevo subgénero que llamamos *Postpalerinaceus*, que presenta multitud de convergencias con el género *Erinaceus* que había de sustituirle normalmente, pero que, por hallarnos en la fase vallésica, no pudo hacerlo en nuestro país (Crusafont y Villalta, 1949 b). El carácter típico del género *Palerinaceus* o *Amphichinus*, sin embargo, se mantiene por la presencia de un foramen entepicondilar en el húmero.

Otro ejemplo muy notable es la presencia en el Vallesiense de la cuenca de Calatayud (yacimiento de Nombrevilla), de un *Anchitherium*, fin de *phylum*, cuando este género estaba ya extinto en el continente europeo por competencia con el género *Hipparion*. En el yacimiento indicado, todavía llega a convivir, aunque en inferioridad de condiciones, con el *H. konigsvaldi* Sondaar (1961), pero presenta marcados caracteres hiparionoides, tales como la tendencia a la homodontia, una talla mayor que la especie vindoboniense, una mayor hipsodontia, una más marcada dollicopodia, etcétera (Villalta y Crusafont, 1945 b).

El tercer caso se refiere también a un Equido. En el yacimiento villafraniense de Villaroya, en Logroño, contemporáneo con el de Saint Vallier, en el Allier (Francia), a pesar de tratarse de un nivel inferior-medio no se halla todavía el *Equus stenonis*, típico de la época en Europa, sino un *Hipparion* presenta un gran número de caracteres ecuoides, tales como una barrido de la escena por el *Equus* por razones de endemismo. Este *Hipparion* presenta un gran número de caracteres equoides, tales como una gran hipsodontia, una mayor longitud de las falanges, el pliegue caballínido en los molares, etc. (Villalta, 1952).

Estos tres casos muestran una serie de notables convergencias adaptativas en géneros extintos ya en el exterior, que continúan aquí por falta de competencia y que tienden a imitar los caracteres de los géneros más recientes que han de sustituirlos normalmente en las biotas.

c) *Provincias paleobiogeográficas.*

Un estudio estadístico llevado a cabo sobre los restos hallados en el Vallés-Penedés, con contaje de los individuos de las diversas especies caracterizadas, y su comparación con las faunas de las otras cuencas, nos llevó a ampliar nuestros conocimientos acerca de las migraciones que dieron un sello particular a las diversas zonas españolas durante el Terciario (Crusafont, 1954 b).

Los datos que van a exponerse ahora se han de referir de manera exclusiva al Mioceno, pues por lo que respecta al Eoceno y al Oligoceno, no poseemos todavía suficientes elementos de juicio para intentar el establecimiento de hechos provinciales diferenciales. Los yacimientos son todavía escasos y relativamente pobres en sus asociaciones bióticas.

Poco es lo que podemos decir respecto del Burdigaliense inferior, únicamente representado en el Vallés-Penedés y, por lo tanto, no se puede comparar con el de otras cuencas, dado que no ha llegado todavía a caracterizarse. Digamos de paso que este Burdigaliense, tal como se indicó en el apartado c), muestra un marcado carácter endémico, pues presenta todavía una buena cantidad de especies de origen aquitaniense comunes con las halladas en el típico yacimiento de Saint-Gérard-le-Puy, en Francia, tales como algunos *Amphitragulus* (*A. gracilis*, *A. boulangeri*) y algún *Palaeocoercus* (*P. waterhousi*) y, sobre todo, un inusitado rebrotar del género *Caenotherium* que en el Burdigaliense europeo empieza ya a ser pobre en él y, en cambio, en el Vallés-Penedés conoce una prosperidad extraordinaria, constituyendo el tercio de la población total en individuos de la biota burdigaliense. Este *Caenotherium*, rejuvenecido por endemismo, constituye una nueva especie *C. miocaenicum* (Crusafont, Villalta y Truyols, 1955), caracterizada por el acortamiento del hocico y algunas particularidades de su tren locomotor. Con

el Lagomorgo *Lagopsis peñai* (Royo), constituye el animal más abundante en los niveles del Burdigaliense.

Por lo que respecta al Burdigaliense superior, digamos que en el Vallés-Penedés, donde está mejor representado (en las mesetas: cuenca del Tajo, es aún bastante pobre y muestra características especiales que dan el «tono» de constante autoctonía en cierto grado de todas las faunas miocénicas centrales), se presenta con caracteres aquitánicos bien claros y en él se halla el *Anchitherium aurelianense*, que faltará después en el Vindoboniense de la misma cuenca. Este Burdigaliense superior muestra una serie de especies comunes con el Vindoboniense, pero éstas son de origen aquitánico y no rodánico.

Al entrarse en el Vindoboniense, mientras las faunas de las mesetas continúan con un cierto carácter endémico que no se manifiesta en el Vallés-Penedés, según se dijo antes, empezamos a poder señalar dos provincias faunísticas bien definidas: las biotas centrales son de carácter aquitánico, manifestando un parentesco acusado con las de Sansan, con la presencia de abundante *Anchitherium*, con *Palaeomeryx*, *Dicroceras*, *Lagomeryx*, mientras que las del Vallés-Penedés muestran su carácter rodánico con *Euprox*, y sin *Anchitherium*, pero con presencia de formas comunes abundantes con La Griev-Saint-Alban. El carácter aquitánico de las faunas llega hasta la cuenca de Calatayud y aun hasta las zonas levantinas de Valencia (Buñol), separadas estas últimas de la Depresión Prelitoral Catalana por los macizos calcáreos costeros del sur de la provincia de Tarragona, suficientes para mantener dos dominios faunísticos diferentes. En cambio, la zona levantina del sur, tuvo amplia comunicación con las cuencas aragonesas y centrales.

Por lo que respecta al Pontiense, ya hemos dicho el distinto carácter biótico que presentan los niveles inferiores o vallesienses de la cuenca del Vallés-Penedés con los superiores o pikermienses. En las cuencas centrales, la tendencia secular al endemismo enmascara esta neta separación del Levante, y más aún por el hecho de que las influencias orientales parecen no haber llegado con tanta intensidad hacia el interior. En otras ocasiones hemos dicho que, por lo que se refiere a las cuencas de Calatayud y Teruel, parece establecerse una provincia intermedia con caracteres de endemismo hasta el Pikermiense, pero con algunas marcadas influencias orientales. El Vallesiense se marca muy bien en la zona de Daroca por la presencia en Nombrevilla de la asociación *Anchitherium-Hipparion*, y aún este *Hipparion* parece tener franco parentesco con el *H. gracile* de Eppelsheim, mostrando caracteres evolutivos semejantes por adaptación a una silicifolia marcada.

Por lo que se refiere al Pikermiense, sólo caracterizado en la subcuenca de Teruel, tendremos ocasión de insistir en los últimos apartados de esta nota, pero en él se presentan formas típicamente orientales, tales como la *Crocota eximia*, la *Lycyacna chaeretis*, la *Birgerbohlina schaubi*, el *Trago-*

cerus amalthea, al lado de una serie de formas endémicas de un gran interés paleobiológico.

El carácter especial de la fauna andaluza del Pirkemiense y la del tránsito al Plioceno, ha sido ya indicado por Aguirre y también volveremos a insistir más adelante (Aguirre, 1958 y 1959).

En cuanto al Plioceno típico, sólo se ha registrado con una fauna importante en Alcoy, y presenta las características del Plioceno del Rosellón (Crusafont y Villalta, 1955).

f) La transición Burdigaliense-Vindoboniense en el Vallés-Penedés.

Por encima de los niveles continentales del Burdigaliense se halla en el Vallés-Penedés una breve intercalación marina que corresponde a la base del Vindoboniense (Helveciense), que en la parte más alta y que no llega aún al Vindoboniense medio, presenta una fauna salobre que dio motivos a Almera para considerarla como «Sarmatiense» sólo por el hecho de ser salobre. Por este motivo quisimos desterrar el nombre de este piso de nuestra literatura estratigráfica occidental por no corresponderse, ni el «Sarmatiense» de Almera ni el de los geólogos castellanos, con el verdadero Sarmatiense del Mediterráneo oriental. Encima de esta intercalación se hallan los niveles continentales del Vindoboniense medio y superior.

Sin embargo, y como ya se insinuó precedentemente, lo más curioso del caso es la brusca ruptura faunística existente entre las biocenosis del Burdigaliense más alto y las del Vindoboniense en cuanto a los Mamíferos. Así, por ejemplo, y considerando las especies vindobonienses del Burdigaliense y aún los géneros, vemos que nada tienen de común con las del Vindoboniense de la misma cuenca y, en cambio, continúan en el Vindoboniense de las Mesetas. Los géneros *Amphycyon*, *Lagopsis*, *Anchitherium*, *Procerubus*, *Palaeomeryx*, *Dicroceras* y *Lagomeryx* no continúan, con la excepción del primero, y aún muy escaso, en el Vindoboniense del mismo Vallés-Penedés. La ausencia de *Anchitherium* es muy característica. Algunos géneros que persisten, están representados por especies diferentes, especies que no constituyen, en cambio, separación entre Burdigaliense y Vindoboniense en otras regiones europeas.

g) Las condiciones ambientales reveladas por métodos estadísticos

Del estudio estadístico de que hemos hablado anteriormente, realizado sobre las especies e individuos correspondientes a los diversos niveles del Mioceno del Vallés-Penedés (Crusafont, 1954 b), pudimos sacar muy intere-

santes consecuencias de tipo ecológico, con la determinación de las condiciones ambientales evolutivas durante el lapso de tiempo de alrededor de unos 10 crones, que significa la duración de este piso. Este análisis nos reveló, para el Burdigaliense y el Vindoboniense, unas condiciones de «habitat» forestado y húmedo que fueron *degradándose* después algo, durante el Vallesiense, para sufrir un *cambio total* hacia condiciones esteparias y bastante más secas durante el Pikermiense en la época de la gran regresión del fin de ciclo miocénico y que produjo la invasión de las faunas orientales sobre el extremo norte de la zona levantina de España (Crusafont, 1958). Estas conclusiones pudieron luego aplicarse, en parte, por lo que respecta a la cuenca de Calatayud-Teruel y fueron corroboradas por un estudio mineralógico de las arcillas de la cuenca catalana (Martín-Vivaldi, Fontboté, Rausell y Truyols) y, en parte, por unos estudios palinológicos realizados por Donner, de Finlandia, por ahora inéditos, pero aludidos ya por Kurtén.

h) *La encrucijada ibérica en el intercambio faunístico afro-europeo*

En un trabajo presentado al Coloquio de París sobre Paleontología de Vertebrados celebrado el año pasado (Crusafont, 1961), se insistía sobre el extraordinario interés de la Península Ibérica, considerada ya no sólo como «fondo de saco» en el Finisterre eurasiático, sino también como encrucijada en el intercambio faunístico posible durante ciertas épocas del Mioceno entre el continente africano y el eurasiático. En él se afirmaba el hecho de que, antes del Mioceno, la Península no había sufrido influencias claramente africanas. Es sólo a través de la aurora de los tiempos miocénicos que empieza a insinuarse la posibilidad de las invasiones hacia el Africa, aunque, desde luego, podemos afirmar que estos intercambios con el continente negro nunca tuvieron la importancia de los que se establecieron, a través de los Pirineos, con el continente europeo.

Durante el Vindoboniense se adivina el inicio de un intercambio faunístico entre España y Africa, por la presencia simultánea y sincrónica del *Crictodon ibericus* Schaub. Pero, los hechos se hacen más ostensibles en el Poniense y, sobre todo, hacia el final de este período. Así se entrevé la posibilidad de la fundación en Africa de determinadas estirpes de Equidos tridáctilos a partir de los *Hipparion aragoneses*, *H. periafricanum* y *H. gromovae* (Villalta y Crusafont, 1957 a), cuya hipsodontia es muy marcada y presenta el sello de lo que habrán de ser los *Stylohipparion* africanos. Del Sur hacia el Norte, por lo que se refiere a los Mastodontes, según Bergounioux y Crouzel (1958) los *Anancus* y los *Pentalophodon* habrían entrado en Europa a través de España. Por lo que se refiere al Villafranchiense, tenemos el Ovibóvido *Hesperoceras*, de España, emparentado, según parece, con el

género *Numidocapra*: los *Histryx* y el *Hipparion* caballino *H. crusafonti*, del que ya se habló anteriormente, que parece relacionarse con las formas africanas del Cuaternario más antiguo. Por lo que se refiere a la fauna mastológica actual, sólo podemos hablar, en cuanto a las relaciones africanas, del Vivérrido *Mungos ichneumon* y quizás del macaco de Gibraltar. Otras relaciones están sugeridas por algunos Reptiles.

Como se ve, las influencias africanas en España y las españolas en Africa son, por el momento, escasas, aunque tendremos que insistir sobre ello al final de esta nota al referirnos a nuevos datos sobre Paleomastología española. Los intercambios con Eurasia, en cambio, fueron de gran importancia a través de todo el Terciario, y no tenemos que insistir demasiado sobre ellas, por lo que se dijo anteriormente y por otras consideraciones que seguirán durante el curso de este trabajo.

i) «Experiencias» sobre mutaciones naturales en la Paleomastología española

Las «experimentaciones» naturales de que hablaba Simpson en una conferencia pronunciada en Sabadell en agosto de 1960, conferencia que fué publicada posteriormente en Madrid (Simpson, 1961), al hablar de los Mamíferos fósiles sudamericanos, no han podido «medirse» biométricamente muy hacia atrás en el tiempo, por no disponerse actualmente de «stocks» suficientes para tales experiencias. Los estudios de nuestro ilustre amigo Kurtén, de Helsinki, han podido llegar a discernir, mediante el análisis minucioso de los cambios alométricos, la existencia de mutaciones elementales en Mamíferos actuales y subfósiles. Así fué como estableció la aparición de una mutación en el *Meles meles* del Norte de Europa, que ocurrió entre el Aziense y el Campiñense. Mediante el uso de su método llamado del «índice biométrico de diferenciación», estableció la existencia de una serie de mutaciones de pequeña amplitud, que condujeron del *Lynx issiodorensis* del Villafranchiense inferior hasta el *Lynx lynx* actual.

Por nuestra parte, y gracias a la magnífica seriación del Vallés-Penedés, hemos podido detectar algunas de estas mutaciones, quizá no tan elementales, sino el resultado aditivo de una serie de pequeñas mutaciones, desde el Vindoboniense hasta el Vallesiense de la misma cuenca, habida cuenta de que muchas de las especies del primer nivel pasan al segundo dentro de la misma serie catalana. Además, tenemos una serie gradual de niveles fosilíferos que pasan insensiblemente de la fauna del Vindoboniense terminal tipo La Grive hasta las capas más inferiores del Vallesiense. Esto permite estudiar, según hemos iniciado, una serie de *transientes* de gran interés para el curso de la Evolución de estos Mamíferos (Crusafont, 1961, 1962). Pueden estudiarse estas mutaciones naturales en diversos grupos de Mamí-

feros, y nosotros singularmente llamamos la atención hacia una mutación más hienoides (aunque no por la vía de las hienas verdaderas), entre el *Ictitherium montadai* Vill. et Crus. del Vindoboniense y el *I. montadai* mut. *vallesiensis* Crus. del Vallesiense, sólo distinguible gracias al análisis del conjunto de todos los caracteres craneanos y mandibulares. Otras mutaciones, con diferentes «tempi» evolutivos, pueden observarse en una serie de especies como *Cricetodon ibericus* Schaub, *Paseugalerix stehlini* Gaillard, *Plesiodymilus chantrei* Deperet, *Pseudaelurus tournawensis* (Hoernes), durante el mismo lapso de tiempo equivalente a unos 400.000 años (0,4 crones). En un solo caso la mutación ha llegado a crear una especie nueva: el *Stenocfiber depereti* del Vindoboniense se transformó en *S. jaegeri* en el Vallesiense.

j) *La población peritética miocénica.*

Desde hace años nos había llamado la atención la presencia en España de formas fósiles emparentadas más o menos con otras muy alejadas de nuestro país, incluso procedentes de niveles sincrónicos del Lejano Oriente. El progresivo estudio de las formas fósiles del Mioceno español y su comparación con otras formas vecinas, nos llevó a la convicción de la existencia de una población de formas a lo largo de las riberas septentrionales y meridionales del Tethys. Los resultados de estas consideraciones son muy recientes y sobre ellos hemos publicado últimamente algunas notas (Crusafont et Golpe, 1962 y Crusafont y Golpe, 1962).

En estos trabajos dimos una serie de ejemplos tomados sobre todo de entre el grupo de los Mustélidos, correspondientes a varios géneros tales como *Plesiogulo*, *Eomellivora*, *Enhydriodon* y finalmente *Sivaonyx*, con la caracterización reciente de una nueva especie *S. lehmani* Crus. et Golpe, en la cuenca de Teruel. Algunos de estos Mustélidos fueron estudiados también por Mme. Petter, de París, recientemente (1962).

También puede ser aplicado el caso a la existencia de otros coroclines correspondientes a otros grupos diferentes que los Carnívoros. Así, por ejemplo, en cuanto al género *Schizochocerus* (Crusafont y Lavocat, 1954) encontrado en España y más tarde en Turquía por Osanzoy. También puede citarse la analogía entre los géneros de Rinocerontidos cursores *Dromoceratherium*, de España, y *Plesiaceratherium* Young, de China.

Recientemente podemos también hablar, gracias a los trabajos realizados en España, de la existencia de un corocline de Hipopotámidos, por el conocimiento antiguo de especies de análoga situación filética dentro de su grupo y el descubrimiento de nuevas formas en nuestro país: así el *H. (Hexaprotodon) sivalensis* Falc. et Caut. de los Dock Patan, en la India; el *H. (H.) siculus* Hooijer, de Sicilia; el *H. (H.) pantanelli* Joleaud, de Toscana;

el *H. (H.) irusafonti* Aguirre, de Granada (Aguirre, 1959), todos ellos de la base del Plioceno y el *H. (H.) primacrus* Crus. Adrov. et Golpe, del Pontense de Teruel (Crusafont, Adrover et Golpe, 1963 y 1963 b).

k) *España, país de Póngidos o Antropomorfos fósiles.*

Con el precedente del hallazgo, desde hace muchos años, del *Drypithecus fontani*, en la cuenca vallesiense de La Seu d'Urgell, en la provincia de Lérida, España, gracias a las últimas campañas de exploraciones paleomastológicas, se ha colocado a la cabeza de los países y yacimientos miocénicos con Antropomorfos fósiles y, por el momento, sólo es superado por los famosos yacimientos de los Siwalik, en la India.

Hace algunos años dimos a conocer el hallazgo en el Vallés-Penedés de algunos otros restos descubiertos, unos en el Vindoboniense de Hostalet de Piérola, y otros en el Vallesiense de La Tarumba I, en las cercanías de Tarrasa (Villalta y Crusafont, 1944 d).

La explotación de arcillas para ladrillería en la zona de Can Llobateres, en un yacimiento conocido ya de antiguo por nosotros (Crusafont y Truyols, 1951), permitió el descubrimiento de una fauna fósil abundantísima del Vallesiense más inferior, y ya al principio de las excavaciones fueron encontrados algunos restos de Póngidos que dimos a conocer en una pequeña nota (Crusafont, 1958 b). Hoy el yacimiento de Can Llobateres es el más rico de España en Mamíferos fósiles (60 especies) y ha proporcionado muy importantes novedades. En su estudio colaboran con la Sección de Sabadell (pronto convertida en Instituto Provincial de Paleontología dependiente de la Diputación de Barcelona), las Universidades de París (Mme. Petter), y de Montpellier (Hartenberger y Thaler), y el Museo de Basilea (Hürzeler), además de las tesis que se realizan en parte sobre sus materiales de Suidos (Golpe) y de Cérvidos (Hno. Arnanz).

El Museo de Sabadell posee hoy cerca de una treintena de ejemplares de Antropomorfos fósiles, de los cuales sólo cuatro son ajenos al yacimiento de que estamos hablando. Todos los demás proceden de esta localidad que pronto será famosa en todo el mundo. Para ayudar a las exploraciones y al estudio de estos materiales de tanta importancia en el estudio de la Evolución de los Hominoides, la Sección de Paleontología del Museo de Sabadell recibió una ayuda económica de la «Wenner Gren Foundation for Anthropological Research» de los Estados Unidos, y el terreno de Can Llobateres ha sido adquirido por la casa «Sandoz, S. A.», de Basilea, con el objeto de que sea aprovechado para la investigación, sin obstáculos.

Los Antropomorfos fósiles de estas procedencias serán estudiados por nuestro ilustre amigo y colega el Dr. Hürzeler en una monografía sobre los Póngidos fósiles eurasiáticos, pero por el momento publicamos una

nota previa en colaboración, dando a conocer el magnífico caudal de restos hasta ahora descubiertos (Crusafont et Hürzeler, 1962).

NUEVAS PERSPECTIVAS

Recientes resultados

1) *España, cuna de stirpes, como centro secundario de origen*

En diversas ocasiones nos hemos referido a la cuestión de España como centro originario de líneas filéticas por su carácter de apéndice relativamente aislado del resto del continente, pero insistimos sobre ello en un trabajo reciente del que nos hemos ocupado más arriba (Crusafont, 1961).

En varios momentos de la historia geológica del Mioceno, España ha sido la cuna de varios tipos basales de diversos coroclines que conocieron una mayor o menor fortuna evolutiva fuera del territorio peninsular. En el trabajo referido hicimos una enumeración de estos tipos, pero en la presente nota queremos hacer hincapié en algunos de ellos, por ser quizá los más demostrativos y de mayor importancia en la evolución de algunas líneas filéticas.

En primer lugar, queremos aquí referirnos al género *Hispanotherium*, un Rinoceróntido típico del área castellano-portuguesa correspondiente al Burdigaliense-Vindoboniense. Lo dimos a conocer hace años (Crusafont y Villalta, 1947) del Vindoboniense de Madrid, sobre unos ejemplares atribuidos por Prado a una nueva especie de *Rhinoceros*. Más tarde fué caracterizado en Portugal por Viret y Zbyszewsky y por nosotros en Extremadura, de acuerdo con unos hallazgos que nos fueron reportados por Hernández-Pacheco (F.). Este género parece ser el fundador de la stirpe de los Elasmotéridos y presenta caracteres prodrómicos dentro de la línea filética de estos Rinocerontes adaptados progresivamente a una dieta silicifólica por sus molares hipsodontos, complicados en sus líneas de esmalte, por su protocono estrangulados, por el número suplementario de cristas, por el recubrimiento extraordinario de cemento exterior a los molares y rellenando los valles interiores, etc. ¿Podría tratarse, como en el caso del *Paleoplatyceros*, de una primera tentativa hacia estadios que sólo se alcanzaran más tarde de una manera definitiva? No lo parece, y nuestra opinión de considerar al género indicado como el primer eslabón en la cadena evolutiva que conducirá al grupo de los Iranotéridos dentro de los Rinoceróntidos elasmoteriformes, está compartida por diversos autores, como Viret, por ejemplo.

De acuerdo con los estudios realizados en España con la colaboración del

Instituto Católico de Toulouse, por Bergounioux y Crouzel, encontramos en el Vindoboniense de España, en el grupo de los Mastodontes, el brevirrostrino *Stegolophodon* con su especie *S. saldanensis*, de Castilla, y del cual parecen derivar diversas otras especies del área mediterránea y probablemente de la India y del Extremo Oriente.

Otro ejemplo interesante lo constituye la línea ailúrina de los Prociónidos. Estos Carnívoros, relativamente raros en la región paleártica y, en cambio, tan abundantes en América, están representados en el continente eurasiático sólo por los Ailúridos y, en el Mioceno, por algunos escasos Nasúinos en la India. Los primeros, en cambio, son típicamente eurasiáticos. Su primer representante ha sido hallado en el Burdigaliense inferior de España constituye una mutación antigua de una especie descrita por primera vez del Vindoboniense de Alemania como *Ailuravus viverroides* por Schlosser, pasando después a ser considerado por Pilgrim como un Nasúino e incorporando a su género *Sivanasua*, de la India. Nosotros demostramos (Crusafont, 1960), tratarse de un Ailúridos, tal como había supuesto Schlosser, pero estando ya «pre-ocupado» el nombre genérico de *Ailuravus* por un roedor eocénico, creamos el nuevo nombre *Schlossericyon*. La forma básica española era, pues, el *Schlossericyon viverroides* (Schlosser) *antiquus* Crus., del Burdigaliense inferior. Esta forma se sigue en el tiempo por un hallazgo reciente en el yacimiento del Burdigaliense superior de Dolnice en Checoslovaquia (según comunicación epistolar de nuestro colega Fejfar, de Praga) (Fejfar, 1962), sigue con la especie-tipo del Vindoboniense de Alemania, luego por el *Parailurus* (*P. anglicus*), del Plio-Pleistoceno de Hungría e Inglaterra, para terminar en el pequeño panda actual de la India, *Ailurus fulgens*.

Un caso interesante y al que hicimos ya referencia en otro apartado, es el del género *Caenotherium*. Este género, abundantísimo en el Aquitaniense europeo con la especie típica *C. laticurvatum* Geof., se hace ya raro en el Burdigaliense de Europa. En España, en cambio, parece renovarse en el Burdigaliense del Vallés-Penedés y quizás en la cuenca del Ebro y de Catalunya, constituyendo una nueva especie *C. miocaenicum* Crus., Vill. et Truy., endémica en España. Es muy posible que esta misma especie se haya extendido luego hacia Portugal, pues ha sido caracterizada en el Helveciense de este país por Telles Antunes (1961) e incluso ha podido colonizar brevemente alguna región extrapeninsular, pues ha sido hallado (Mein, 1958) en el yacimiento de Vieux-Collonges, cerca de Lyon. En el Vallés-Penedés continúa, asimismo, por el Vindoboniense inferior (Bella-Terra) y medio (Can Almirall). Sin embargo, sus potencialidades genéticas debían ser ya escasas hacia el Mioceno medio, desapareciendo totalmente en el Vindoboniense terminal.

m) *La cuenca de Teruel, ¿una de las cunas de la fauna pliocénica?*

Sucesivos datos recogidos a través del estudio de los Mamíferos fósiles de la cuenca píkermiense de Teruel, en donde abundan los yacimientos de esta época y de entre los cuales destacamos el ya clásico de Concud citado en todas las Paleontologías también clásicas, y hoy superado por muchos otros yacimientos españoles, nos llevaron a la consideración de ciertas similitudes de algunas de las formas turolenses con las del Plioceno. En el primer momento resultó ya singular el hecho del descubrimiento en Teruel (Concud y después Los Mansuetos, según una carnícera inferior inédita) del primer Cánido del género *Canis* de la historia biológica, un animal, (*C. cipio* Crus.) (Crusafont, 1950 b) de la talla de un perro grande e inferior a la del lobo. Es sabido que el primer *Canis* procedía del Plioceno del Rosellón (*C. donnezani* Deperet), que es de la talla del chacal. Mucho más tarde, en un yacimiento situado en los alrededores de Aldehuela, recogimos unas piezas de otro *Canis*, éste de una talla análoga a la de la especie pliocénica. Aunque los materiales sean todavía escasos es indudable que se trata, en ambos casos, de verdaderos *Canis*, y en ello estuvimos de acuerdo con mi colega Kurtén en una visita que hizo éste al Museo de Sabadell, el último verano (1962).

Sabida es la existencia en el Plioceno de Montpellier de un *Plesiógulo* evolucionado, *P. monspesulanus* Viret, cuyo antecedente, por lo menos más cercano geográficamente, debe de ser el tipo hallado en el yacimiento de Los Algezares en la misma cuenca y estudiado recientemente por Mme Petter (1962), que es muy vecino del *P. brachygnathus* de China, éste demasiado alejado para ser el ancestral directo de la forma del Plioceno europeo.

Otro jalón importante en la cuestión que nos ocupa, fue el descubrimiento de una nueva especie de *Ruscinomys* (género éste que estaba sólo representado por una especie pliocénica, el *R. europaeus* Deperet) en el yacimiento de Los Mansuetos, y que bautizamos con el nombre de *R. schaubi* Vill. et Crus. (Villalta et Crusafont, 1956). Una nota reciente de Hartenberg y Thaler sobre los Roedores del yacimiento de Can Llobateres, del que tanto se ha hablado anteriormente, hace referencia de ello y sugiere el entronque de los *Ruscinomys* típicos con una especie de *Cricetodon* (que ellos llaman especie I, del grupo *C. sansaniensis* Lartet) de aquel yacimiento vallesiese (Hartenberger et Thaler, 1963). El *Ruscinomys* de Teruel es más primitivo que el del Plioceno por su menor hipsodontia y otros caracteres que le acercan más al género *Cricetodon* tal como fué ya supuesto por Schaub y Stehlin, y como indicamos en nuestra nota de 1956.

Otro hecho paleobiológico a notar es la presencia en la cuenca de Teruel de los *Hipparion* ya citados más arriba, *H. periafricanum* y *H. gromovae*

Vill. et Crus., muy hipsodontos, sobre todo el primero, y que parecen sugerir la inauguración de la estirpe de los hipariones africanos típicamente hipsodontos en relación con los normales europeos. A notar la semejanza existente entre el *H. granatense* Aguirre de Granada, por una parte, con el *H. gromovae*, de Teruel (Arquillo de la Fontana o Rambla de Valdecebro II) y por otra, con el *H. sitifense*, del Plioceno del N. de Africa.

También, los primeros Múridos del género *Parapodemus* se hallan en Teruel (dos especies distintas) (Villalta y Crusafont, 1957 b), aunque sincrónicamente se hallen también en el Pontiense de Polgardi, en Hungría (*P. schaubi* Papp.).

Recientemente, el hallazgo de un Hipopotámido hexaprotodonto, el más antiguo de los miembros de la familia en el yacimiento de la Rambla de Valdecebro II y que hemos bautizado con el nombre de *Hippopotamus (Hexaprotodon) primaevus* Crus., Adrov. et Golpe (1963 a y 1963 b), nos ha sugerido un próximo parentesco con el fin de filum de los hexaprotodontos africanos, el *H. (H.) hipponensis* Gaudry, del Plioceno superior o Villafranchiense de Bona, en Argelia.

Todos estos datos apuntan ahora hacia la dirección indicada por el título del último apartado de esta nota, es decir, a la posibilidad de que la cuenca píkermiense de Teruel haya sido una de las cunas, quizás de las más importantes, de la fauna pliocénica europea y, en parte, aún de la africana. Los hallazgos parecen hablar por sí mismos en favor de esta hipótesis que confiere aún más interés a la Península Ibérica en lo que hace referencia a su importante papel en la evolución de los Mamíferos del Terciario del Viejo Continente.

* * *

Estos son, a grandes rasgos, los datos más importantes suministrados por el estudio de los Mamíferos del Terciario español, datos que sugieren una gran complejidad en modo alguno sospechada por los primeros investigadores en esta disciplina, y aún esperamos que a través de nuevos hallazgos aumente el interés de la Península Ibérica en este orden de estudios. He aquí, como un ejemplo reciente y que abre otras nuevas perspectivas, el curioso parentesco de un nuevo género de Mustélidos del yacimiento de Can Llobateres, *Sabadellictis*, creado por Mme. Petter (Petter, 1962, nota), que parece presentar, según su creadora, un cierto parentesco con el género asiático actual *Helictis*.

Por todo lo dicho, creemos haber hecho resaltar la importancia creciente del papel realizado por nuestro territorio patrio en las cuestiones referidas a la paleobiología, a la paleobiogeografía, y a la Evolución de los Mamífe-

ros terciarios, así como los resultados fundamentales adquiridos gracias a los mismos dentro del marco de la estratigrafía de las diversas cuencas españolas.

Oviedo, noviembre de 1962.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, E.: *Novedades paleomastológicas de la depresión de Granada y estratigrafía de su borde NE.: Alfacar.* «Est. Géol.», XIV, 38. Madrid, 1958.
- — *Una nouvelle faune à Hipparion au S. de l'Espagne (Granada) (résumé).* «Mitt. Geol. Gessells. in Wien», 52: Band. Wien., 1959.
- BERGOUNIOUX, F. M. et CROUZEL, F.: *Les Mastodontes d'Espagne.* «Est. Geol.», XIV, Madrid, 1958.
- CRUSAFONT, M.: *La cuestión del llamado Meótico español.* «Arrahona», núm. 1. Sabadell, 1950 a.
- — *El primer representante del género «Canis» en el Pontiente eurasiático. («Canis cipio» nova sp.).* «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XLVIII, núm. 1. Madrid, 1950 b.
- — *Los Jiráfidos fósiles de España (Tesis).* «Mem. y Com. Inst. Geol. Dip. Prov. de Barcelona», VIII. Barcelona, 1952.
- — *Primer hallazgo de un Jiráfido fósil en el Meótico del Vallés.* «Mem. y Com. del Inst. Geol. Dip. Prov. Barc.», X. Barcelona, 1953.
- — *Quelques considérations paléobiologiques sur le Miocène espagnol.* «Ann. Pal.», tome XL. Paris, 1954 a.
- — *Análisis biostadístico de las faunas de mamíferos fósiles del Vallés-Penedés (Resumen).* «II Curs. Int. Pal. de Sabadell», Sabadell, 1954 b.
- — *Données biogéographiques relevées par la Paléomammalogie du Miocène espagnol.* «Col. Int. Prob. act. de Paleont.», C. N. R. S. Paris, 1955.
- — *Endemism and Paneuropicism in Spanish Fossil Mammalian Faunas, with special regard to the Miocene.* «Comm. Biol.», XVIII, 1. Helsingfors, 1958 a.
- — *Nuevo hallazgo del Póngido vallesiano «Hispanopithecus».* «Bol. Inf. A. E. P. V.», números 13-14. Sabadell, 1958 b.
- — *Trouvaille du plus ancien Procyonidé d'Eurasie.* «Ann. Pal.», XLVI. Paris, 1960.
- — *Naissance et mort des «phyla» en Espagne (Mammalia).* «Col. Int. Pal. C. N. R. S.», Paris, 1961.
- — *Las especies transientes en Paleomastología: su importancia en España.* «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 65. Madrid, 1962.
- CRUSAFONT, M.; ADROVER, R., et GOLPE, JUANA, M.: *Découverte en Espagne d'un hippopotame fossile, le plus primitif connu jusqu'à présent.* «C. R. Acad. Sc. Paris» (en voie de publ.). 1963 a.
- — *Hallazgo en España del más primitivo hipopótamo conocido hasta la actualidad.* «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp.», Madrid, 1963 b (en vías de publ.).
- CRUSAFONT, M. et GOLPE, J. M.: *Présence dans le Miocène d'Espagne de Mustelidés connus à l'Est, sur les bords de la Téthys.* «C. R. Acad. Sc. Paris», t. 254. Paris, 1962 a.
- — *Hallazgo de nuevos Litridos aonicoideos (Enhydriodon, Sicanonyx), en el Ponticense de Teruel.* «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 67. Madrid, 1962 b.
- CRUSAFONT, M. et HURZELER, J.: *Les Pongidés fossiles d'Espagne. (Note préliminaire.)* «C. R. Acad. Sc. Paris», t. 254. Paris, 1962.

- CRUSAFONT, M. y LAVOCAT, R.: *«Schizochœrus», un nuevo género de Suidos del Ponticense inf. (Vallesiense) del Vallés-Penedés.* «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 36. Madrid, 1954.
- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J.: *Sobre el descubrimiento de un nuevo yacimiento del Meótico en el Vallés.* «Bol. Inst. Geol. Min. Esp.», t. LX. Madrid, 1947.
- CRUSAFONT, M.: *Hallazgo del «Plesiodymylus chantreii», GAILL, en el Meótico del Vallés.* «NOT. Y COM. DEL INST. GEOL. Y MIN. DE ESP.», núm. 22, Madrid, 1951.
- — *Sur la caractérisation du Vallésien.* «Mitt. Geol. Gessells. in Wien», núm. 52. Band. Wien, 1959.
- — *Consideraciones sobre la edad del yacimiento de Vertebrados de Tárrega.* «NOT. Y COM. DEL INST. GEOL. MIN. DE ESP.», núm. 61. Madrid, 1961.
- CRUSAFONT, M. y VILLALTA, J. F.: *Sobre un interesante rinoceronte (Hispanotherium nov. gen.) del Valle del Manzanares.* «Las Ciencias», año XII, núm. 4. Madrid, 1947.
- — et TRUYOLS, J.: *Réconnaissance du Burdigalien continental au Vallés-Penedés (Espagne).* «C. R. Somm. Soc. Géol. France», núm. 2. Paris, 1952.
- — *El Burdigaliense continental de la cuenca del Vallés-Penedés. I. Estratigrafía. II. Paleontología.* «Mem. y Com. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona», t. XII. Barcelona, 1955.
- CTYROKY, P. und FEJFAR, O.: *Ein Fund von Süßwassergastropoden und Säugetiere in der Mydlosary-Schichtenfolge in Südböhmen.* «N. Jb. Geol. Palaont. Mh.», 3. Stuttgart, 1962.
- HARTENBERGER, J. L. et THALER, L.: *Sur les Rongeurs fossiles du Vallésien (Miocène supérieur) de Can Llobateres (Sabadell, Espagne).* «C. R. Acad. Sc. Paris (en voie de publ.)», 1963.
- MARTÍN-VALDÍ, A., FONTBOTÉ, J. M., RAUSELL, J. y TRUYOLS, J.: *Sobre la composición de las arcillas del Mioceno del Vallés-Penedés.* «Curs. y Con. del Inst. «Lucas Mallada», Madrid, 1949.
- MEIN, P.: *Les mammifères de la faune sidérolithique de Vieux-Collonges.* «Nouv. Arch. Mus. Lyon», fasc. V. Lyon, 1958.
- PETTER, GNE.: *Contribution à l'étude des Mustelidés des bassins néogènes du Vallés-Penedés et de Calatayud-Teruel (Espagne orientale). (Note préliminaire).* «C. R. Som. Soc. Géol. France», fasc. 2. Paris, 1962.
- — *Contribution à l'étude des Mustelidés des bassins néogènes du Vallés-Penedés et de Calatayud-Teruel (Espagne orientale).* «Mém. Soc. Géol. France», Paris, 1963 (en voie de publ.).
- SIMPSON, G. G.: *La Evolución de los Mamíferos sudamericanos.* «Est. Geol.», Madrid, 1961.
- SONDAAR, P.: *Les «Hipparion» de l'Aragon meridional (Thèse).* «Est. Geol.», vol. XVII, Madrid, 1961.
- TELLES ANTUNES, M.: *Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. III.* «Cænotherium. Bol. Soc. Geol. Portugal», vol. XIV. Lisboa, 1961.
- VILLALTA, J. F.: *Contribución al conocimiento de la fauna de Mamíferos fósiles del Plioceno de Villaroya (Logroño). (Tesis).* «Bol. Inst. Geol. Min. de España», t. 64. Madrid, 1952.
- VILLALTA, J. F. y CRUSAFONT, M.: *Palaeontología de la cuenca del Vallés-Penedés.* «Club. Mont. Barc.», Barcelona, 1944 a.
- — *El «Stephanocemas elegantulus» ROGER, nuevo Cérvido del Vind. del Vallés-Penedés.* «NOT. Y COM. DEL INST. GEOL. Y MIN. DE ESP.», t. XLII. Madrid, 1944 b.
- — *Los Vertebrados del Mioceno continental de la cuenca del Vallés-Penedés. III. Ungulados. A. Perisodáctilos. 1. Chalicotéridos.* «Est. Geol.», núm. 1. Madrid, 1944 c.
- — *Dos nuevos Antropomorfos del Mioceno español.* «NOT. Y COM. DEL INST. GEOL. MIN. DE ESP.», núm. 13. Madrid, 1944 d.

- — *Un «Inchitherium» en el Pontiense español.* NOT. Y COM. DEL INST. GEOL Y MIN. DE ESP., núm. 14, Madrid, 1955 a.
- — *La Palcomastología española en los últimos años.* «Arbor», núm. 8, t. III, Madrid, 1955 b.
- — *Sobre la caracterización de niveles miocénicos en el Vallès.* «An. Mus. Sub.», vol. III Sabadell, 1947 a.
- VILLALTA, J. F.: *Sur un nouveau «Palermaceus» du Pontien d'Espagne.* «Eclog. Geol. Helv.», vol. XL, núm. 2, Bâle, 1947 b.
- — *Características bióticas del Pontiense español.* «XIX Cong. Intern. Géol. Alger., 1953», Sec. XIII, fasc. XIII, Alger, 1954.
- — *Sur l'âge des Mammifères d'Alicoy (Espagne).* «C. R. Som. Soc. Geol. France.», números 7-8, Paris, 1955.
- — *Un nouveau «Ruscinomys» du Pontien espagnol, et sa position systématique.* «C. R. Som. Soc. Géol. France», núm. 7, Paris, 1956.
- — *Dos nuevas especies de «Hipparion» del Pikermiense español.* «Curs y Conf. Inst. «Lucas Mallada», fasc. IV, Madrid, 1957 a.
- — *Dos Múridos en el Mioceno de la cuenca de Teruel.* Cur. y Conf. Inst. «Lucas Mallada», fasc. 4, Madrid, 1957 b.
- — y LAVOCAT, R.: *Sobre un nuevo grupo de rumiantes fósiles europeos.* «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. 75, an. Madrid, 1949.

J. ROMAN

LES ROTULES DU SAHARA ESPAGNOL

RESUMÉ

Les Rotules du Sahara espagnol ont donné lieu à beaucoup de confusions dans le passé. Diverses désignations sont à rejeter et certaines attributions stratigraphiques à rectifier.

1.º *Rotuloides fimbriata* Etheridge 1872, du Pliocène. Certaines précisions d'ordre anatomique sont données. Trois exemplaires sont figurés.

2.º *Hemiheliopsis fontí* Lambert 1906, du Pliocène. Le genre est depuis longtemps invalidé, mais l'attribution de l'espèce a donné lieu à une controverse. La prise en considération principalement des caractères de la face inférieure conduit à la placer dans la synonymie de *Rotuloides fimbriata*.

3.º *Radiorotula orbiculus* (Linne) *Heliophora romphi* (Klein) synonymes, du Quaternaire ancien. *R. romphi* var. *dentata* Lambert 1928, considérée à tort comme pliocène, est un synonyme de la sous espèce typique *R. orbiculus orbiculus*. Un paratype de Lambert est figuré, de même que deux spécimens récoltés récemment par M. Lecoindre.

4.º *Radiorotula orbiculus semisol* (de Blainville 1827) (*Heliophora romphi* var. *radiata semisol* synonymes), du Quaternaire récent. Deux spécimens extrêmes sont figurés.

Plusieurs espèces de Rotules existent sur la côte du Sahara espagnol, à différents niveaux stratigraphiques. Elles ont été citées à diverses reprises sous des noms d'espèces ou de genres variés, d'où résulte une grande confusion. Elles seront énumérées ici dans un ordre d'ancienneté décroissant.

La plus ancienne, du Pliocène, *Rotuloides fimbriata* Etheridge 1872 récoltée en de nombreux points et parfois en grande abondance au Maroc, a été recueillie également au Sahara espagnol par M. Lecoindre (1962).

Hemiheliopsis fontí Lambert 1906, recueilli dans la «presqu'île de Río de Oro» (Font y Sagué 1911, p. 215-216), au lieu-dit El Rostel (Lambert 1906), est attribué d'abord au Pliocène par Lambert (1906, explication de la pl. 9). Ultérieurement Font y Sagué (1911, p. 216) revient sur sa première opinion.

exprimée par Lambert ¹, et place tout le Tertiaire de la presqu'île de Rio de Oro dans le Miocène supérieur. D'après les recherches récentes de M. Lecointre (1962), le niveau stratigraphique du type de *H. fonti* semble bien être le Pliocène et être peu différent de celui de *Rotuloidea fimbriata*.

Radiorotula orbiculus (Linné), connu aussi sous le nom de *Heliophora rumphi* Klein, a été recueilli à plusieurs niveaux. On distingue habituellement deux variétés, entre lesquelles il y a assurément des formes de passage, l'une et l'autre vivant actuellement et connues à l'état fossile et subfossile (Darteville 1953, p. 116).

La forme typique de l'espèce, *R. orbiculus orbiculus*, a été souvent désignée comme variété *dentata*. FOSSILE, elle a été décrite et figurée par Lambert (1928) de El Rostel, où selon lui elle occuperait le même niveau que *H. fonti*. M. Lecointre (1962) l'a retrouvée non loin de là et l'attribue au Quaternaire ancien, sous le nom de *R. orbiculus* var. *dentata*.

La variété *semisol* a été signalée en Mauritanie, notamment à El Aïoudj, à l'E de la baie du Lévrier (Cottreau 1923, p. 143) ², et aussi au Sahara espagnol, à Touf (localité à environ 160 km au NE de Villacisneros) (Monod 1945, p. 35, fig.-texte 2). M. Lecointre l'a retrouvée dernièrement à Hassi Amtal (à environ 70 km au S de Villacisneros) à un niveau quaternaire récent.

En résumé les diverses espèces ou variétés se répartissent stratigraphiquement de la manière suivante :

Actuel.....		<i>R. orbiculus</i>	<i>R. semisol</i>
Quaternaire.	} récent	<i>(R. orbiculus)</i>	<i>R. semisol</i>
		<i>R. orbiculus</i>	
Pliocène...		<i>H. fonti</i>	<i>R. fimbriata</i>

(On a réuni par un trait plein ou interrompu (selon le degré de certitude) les formes qui présentent des rapports mutuels).

Cottreau dès 1923 (p. 145, fig.-texte 9) a résumé les phases évolutives des Rotules, telles qu'il les concevait. A l'examen de son tableau, on constate que le plus ou moins grand nombre et le plus ou moins grand développement des digitations des Rotules sont considérés comme correspondant à des stades d'évolution plus ou moins avancés.

(1) A la vérité, selon Font y Sagué, la couche 4, dont la partie inférieure a fourni les *Hemiheliopsis*, était considérée comme miocène et seul le lambeau de «Ciprés grandes», qui lui est superposé, était rapporté au Pliocène ou au Quaternaire ancien.

(2) H. Lardoux vient d'ailleurs de la récolter non loin de là, à Kerche Tintane.

Au premier abord on serait tenté d'admettre que ces différents stades s'échelonnent dans le temps. Cette opinion ne peut être soutenue certainement. D'une part il s'est avéré que *R. orbiculus orbiculus* «forme *dentata*», aux longues digitations, existe dès la base du Quaternaire et que au Pliocène *Rotuloidea fimbriata* présente parfois des digitations accentuées. D'autre part je viens d'avoir communication d'une espèce du Pliocène-Quaternaire d'Angola ³, dont le bord entièrement découpé, encore plus complètement que celui de l'actuel *Radiorotula orbiculus solaris*, comporte vingt digitations (ce qui constitue le maximum possible, la thèque d'un Echinide post-paléozoïque étant composée de 20 colonnes de plaques, 10 ambulacraires et 10 interambulacraires).

Lambert (1928) a lui aussi ébauché une phylogénie des Rotules, selon laquelle *Radiorotula rumphi* var. *dentata* (c'est-à-dire *R. orbiculus orbiculus*) pliocène, issu de *Rotuloidea fimbriata*, aurait donné naissance aux variétés actuelles *solaris*, *semisol* et à la variété TYPIQUE (= *R. orbiculus orbiculus*). Cependant depuis qu'on a reconnu les affinités étroites d'*H. fonti* aussi bien avec *R. orbiculus semisol* qu'avec *Rotuloidea fimbriata*, cette théorie ne peut plus être admise.

De ces considérations il résulte que les Rotules devront être utilisées très prudemment pour dater des niveaux stratigraphiques.

Dans la suite du texte seront étudiées successivement *Rotuloidea fimbriata*, *Hemiheliopsis fonti*, *Radiorotula orbiculus orbiculus* et *R. orbiculus semisol*. Pour chacune de ces espèces seront données les trois dimensions principales, longueur totale L, largeur totale l, hauteur ou épaisseur h, toutes les fois que cela est possible. En outre on a mesuré les dimensions suivantes :

L_1 = longueur du disque central ou partie non découpée de la thèque, c'est-à-dire distance bord antérieur-entaille postérieure impaire ;

l_1 = largeur du disque central, c'est-à-dire distance entre les entailles des interambulacres 1 et 4, qui sont généralement les entailles latérales les plus profondes ;

D = distance bord postérieur du péristome-bord antérieur du périprocte ;

D_1 = distance bord postérieur du périprocte-bord postérieur de la thèque.

Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Les rapports $\frac{l}{L}$, $\frac{l_1}{L_1}$, $\frac{D}{L_1}$

$\frac{D_1}{L_1}$ ont été calculés et multipliés par 100.

^{L₁} On a choisi les longueurs L_1 et l_1 pour donner une idée de la taille dans les cas fréquents où les digitations brisées ne permettent pas la mesure de la longueur totale et de la largeur totale ⁴. Ces dimensions ne fournissent pas

(3) Cette espèce nouvelle de Rotule sera décrite ultérieurement.

(4) On doit noter que lorsque la valeur de L ou de l est accompagnée de ?, l'erreur possible est le plus souvent commise par défaut en raison de l'usure des digitations.

un fidèle reflet de la longueur et de la largeur totales de la thèque. Elles dépendent de la profondeur des entailles affectant le bord et par suite du degré de développement des digitations. En effet à taille égale lorsque les digitations se développent, en général la profondeur des entailles augmente plus latéralement, au milieu des interambulacres 1 et 4, où elle était assez faible, que postérieurement, dans l'interambulacre impair, où elle était plus forte. Il s'ensuit que la valeur de L_1 diminue plus vite que celle de L , de sorte que le rapport $\frac{L_1}{L}$ diminue.

L'ensemble des longueurs L , L_1 , D , D_1 et de leurs rapports fournit d'assez bons critères pour la distinction des diverses formes de Rotules envisagées ici.

Rotuloidea fimbriata ETHERIDGE

Pl. fig. 1-3, fig.-texte 1

Rotuloidea fimbriata Etheridge 1872, p. 99, fig.-texte 1-4.

Rotuloidea fimbriata Etheridge Cottreau 1923, p. 136, fig.-texte 1-4, pl. 17 et 18.

Rotuloidea fimbriata Etheridge Lecointre 1952, p. 22, pl. 18, fig. 6-7.

Rotuloidea fimbriata Etheridge Dartevelle 1953, p. 100, fig.-texte 19-21, pl. 16, fig. 9-14⁵.

DIMENSIONS :

	L	L_1	l	l_1	$\frac{l}{L}$	$\frac{l_1}{L_1}$	h	D	$\frac{D}{L_1}$	D_1	$\frac{D_1}{L_1}$
Lecointre 1952, pl. 18, fig. 6	45	39	42,3	34,5	94	88	8,4	9	23	5	13
Lecointre 1952, pl. 18, fig. 7	43	37	40,1	31,5	93	85	7,6	8,5	23	4,5	12
Coll. Lecointre . . . figuré pl. fig. 3	38	32,5	35,7	31	94	94		7	18	4	11
Institut, figuré pl. fig. 2		32	23,8	27,5		86	7,5	6,2	19	5	16
Institut		31	36,1	25		81	7,1	6	19	4	13
Institut, figuré pl. fig. 1	29,9 ⁵	26	29,6	23,5	99	90		5	19	3	12

Les échantillons du Sahara espagnol à rapporter à cette espèce sont peu nombreux et de conservation médiocre. Cependant certains d'entre eux montrent bien les caractères spécifiques.

(5) On verra aussi la synonymie relative à *Hemiheliopsis fontii* (voir plus bas).

Dartevelle (1953, p. 90) s'interroge longuement sur la question de savoir si les pores ambulacraires sont ou non unis par un sillon superficiel, comme chez *Radiorotula orbiculus*. L'examen d'échantillons non érodés, comme ceux qu'a figurés M. Lecointre, montre des pores apparemment non conjugués. Mais chez les Rotules à la vérité ce caractère, toujours peu accentué lorsqu'il existe, ne semble pas revêtir l'importance qu'il a dans d'autres groupes d'Oursins. En tous cas, étant déjà diversement appréciable selon l'état de conservation des spécimens chez *R. orbiculus*, il ne peut être d'une grande utilité pratique pour la reconnaissance des espèces.

Au surplus on pouvait être tenté de considérer la non-conjugaison des pores comme un caractère primitif et leur conjugaison comme un indice d'évolution. Or il n'en est rien, puisque l'espèce du Burdigalien supérieur d'Angola, *Rotuloidea tierai* Dartevelle (1953, p. 103, fig.-texte 22 et 23) comporte déjà des pores conjugués (au moins à l'état adulte).

Dartevelle (1953, p. 91) discute l'opinion d'Etheridge, selon laquelle les pores ambulacraires externes et internes sont «horizontaux», c'est-à-dire disposés normalement par rapport à la direction générale des pétales, et conclut avec raison qu'il s'agit d'une apparence, mais sans en fournir d'explication. Il donne un dessin très grossi de l'appareil apical de *R. fimbriata* (Dartevelle 1953, fig.-texte 19) très inexact. Les pores génitaux et ocellaires y ont été intervertis, en sorte que les uns occupent la position des autres.

Or un échantillon de Djorf el Houidi (coll. Lecointre), aux limites des plaques très apparentes, montre des pores qui sont reliés l'un à l'autre par les sutures transversales (fig.-texte 1). Cependant cet aspect est trompeur et les pores reliés ensemble ne sont pas ceux d'une même paire. Dans celle-ci les pores se correspondent à travers chaque plaque selon une direction oblique par rapport aux sutures transversales : le pore interne est situé sur la suture adapicale, tandis que l'externe occupe un point de la suture adorale proche du bord adradial. Cet exemplaire présente des sutures denticulées comme chez *Radiorotula orbiculus semisol*.

Quant à l'existence de tubercules secondaires chez *Rotuloidea fimbriata*, j'ai pu m'en assurer par l'examen d'échantillons bien conservés, notamment de ceux qu'a figurés M. Lecointre (1952). L'absence apparente de tubercules secondaires est donc bien due à l'usure des exemplaires par l'érosion éolienne, comme le pensait Dartevelle.

Il ne semble pas qu'on puisse retenir l'opinion de Cottreau (1923, p. 138), selon laquelle «comme chez la plupart des Echinides, il y a deux formes, l'une déprimée, l'autre élevée, qui peuvent être attribuées à une différence sexuelle». En effet je n'ai rien constaté de semblable sur un matériel très abondant et d'ailleurs il semble que la différence de sexe se manifeste rarement dans la morphologie externe des Oursins (Hyman 1955, p. 479).

Rotuloidea fimbriata caractérise le Pliocène, sur la côte atlantique du Maroc (Lecointre 1952). M. Lecointre l'a trouvée jusqu'à 10 km. au S. de la latitude de Villacisneros.

Exemplaires étudiés: Niveau: Pliocène. Localités: 10 km. au S. d'El Argoub près Villacisneros (Rio de Oro); Greïer oum Mammeli (à 107 km. au NNE. de Villacisneros).

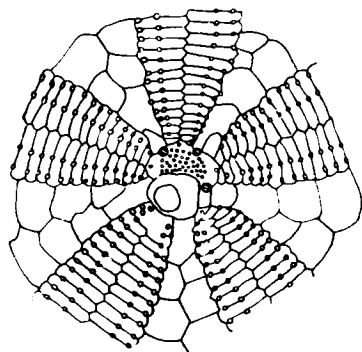


Fig. 1.—*Rotuloidea fimbriata* ETHERIDGE. Pliocène. Djorf el Ihoudi près Safi (Maroc). Coll. Lecointre. Vue partielle de la face apicale. $\times 4$.

Hemiheliopsis fontii LAMBERT

.Pl. ., fig. 4, fig.-texte 2

Hemiheliopsis fontii Lambert 1906, p. 124, pl. 8, fig. 3-8.

Heliophora rumphii Klein var. *radiata-semisol* DE BLAINV. Cottreau 1923, p. 143-145, fig.-texte 8.

Rotuloidea fimbriata Etheridge Lecointre 1952, p. 22 (*pars*).

Radiorotula orbiculus DARTEVELLE 1953, p. 85-87, fig.-texte 17 et 18.

On a groupé ci-dessus les principales références concernant *H. fontii*. L'espèce et le genre ont été créés par Lambert (1906) d'après des spécimens recueillis par Font y Sagué dans le Pliocène d'El Rostel ou El Rastel (Rio de Oro). Selon M. Lecointre cette localité est située un peu au nord de l'isthme qui relie la péninsule de Villacisneros au continent, à 13 km de cette ville.

Lambert a figuré deux individus: le premier, qui est le type de l'espèce, a été à nouveau figuré par Dartevelle (1953). Cependant Cottreau (1923), ayant eu communication de trois échantillons de Font y Sagué, dont le deuxième individu figuré par Lambert, en a donné des photographies.

L'espèce n'a jamais été retrouvée avec certitude. Pourtant Hernández-Pacheco (1949, p. 370 et 371) l'a signalée dans la Seguiet el Hamra (Sahara espagnol), à El Aioun, c'est-à-dire à environ 700 km. au NNE. de Villacisneros.

DIMENSIONS:

	L	L ₁	l	l ₁	$\frac{l}{L}$	$\frac{l_1}{L_1}$	h	D	$\frac{D}{L_1}$	D ₁	$\frac{D_1}{L_1}$
Type figuré, coll. Lambert	35.4	30	35	27,5	99	92	7,3	5.7	19	5	17
Cottreau 1923, fig. texte 6	36.5	31.5	36	29	99	92		6	19	5	16
Cottreau 1923, fig. texte 8 ^{6,7}	31,5	27,5	28,5	26	90	95		4,5	16	6	22
Cottreau 1923, fig. texte 8 ⁶	27,5	24,5	27	24	98	98		4,5	18	4,5	18
Exempl. d'Hernández Pacheco (pour mémoire)	37,6	32,5	37	28,5	98	88					

neros, mais à un niveau qui paraît être sensiblement plus élevé. M. Lecointre le situe assez haut dans le Pliocène ou même dans le Quaternaire ancien.

J'ai eu communication du spécimen d'Hernández-Pacheco, qui a malheureusement sa face inférieure encrustée (pl. ., fig. 4). De teinte jaunâtre, alors que le type d'*H. fontii* est blanc, il diffère fort peu morphologiquement de celui-ci, son caractère le plus notable étant sa face supérieure moins bombée dans la partie antérieure, avec les bords moins épais. Cependant on ne peut tirer aucune conclusion de l'examen de cet échantillon.

On ne connaît donc l'espèce que par quatre échantillons, tous figurés. Cela nous donne cependant une idée de sa variabilité. Le plus grand des trois individus autres que le type lui est presque identique, comme en témoignent d'ailleurs ses dimensions. Le plus petit aussi s'accorde bien avec lui, quoique ses digitations étant moins développées la longueur l_1 est plus grande et par conséquent le rapport $\frac{l_1}{L_1}$ aussi. Le dernier, autrefois figuré par Lambert, a un contour plus allongé et un périprocte plus proche du périostome que du bord postérieur (à l'inverse des autres individus).

H. fontii a donné lieu à des discussions répétées, au cours desquelles on n'a pas assez tenu compte —semble-t-il— du niveau stratigraphique relativement ancien de l'espèce. Cottreau le premier a dénié toute validité au genre

(6) Dimensions mesurées sur les figures.

(7) Exemple figuré in Lambert, 1906, p. 8, fig. 7.

Hemiheliopsis. Plus tard Dartevelle a établi que son seul caractère distinctif résultait d'un aspect dû à l'érosion éolienne. Quant à l'espèce on a voulu la rattacher tantôt à *Radiorotula orbiculus*, au bord postérieur pourvu de digitations très marquées, tantôt à *Rotuloidea fimbriata*, au bord postérieur simplement lobé chez la forme typique.

Cottreau l'a réunie purement et simplement à son *Heliophora rumphi* var. *radiata-semisol*, c'est-à-dire *Radiorotula orbiculus semisol*, en se fondant sur la présence de digitations analogues chez les deux espèces. M. Lecointre la place dans la synonymie de *Rotuloidea fimbriata*, en signalant l'existence chez cette espèce d'exemplaires à digitations très accentuées. Enfin Dartevelle (1953, p. 102) adopte l'opinion de Cottreau, tout en notant que chez *R. fimbriata* «le bord postérieur du test... peut se découper en de très courtes digitations». Ainsi la question de l'appartenance spécifique d'*H. fonti* se ramène-t-elle à celle de la distinction entre *R. fimbriata* et *Radiorotula orbiculus*.

Au point de vue stratigraphique *Rotuloidea fimbriata* précède *Radiorotula orbiculus* (Lecointre 1962). Aussi Cottreau suivi par Dartevelle a-t-il pu reconnaître chez *Radiorotula* un stade jeune *Rotuloidea*, caractérisé par un bord postérieur dépourvu de digitations, simplement lobé. Ce serait donc un bel exemple de récapitulation de caractères ancestraux. Aujourd'hui on verrait peut-être plutôt là un phénomène d'accélération (Termier et Termier 1947, p. 105).

Pendant certains exemplaires de *Rotuloidea fimbriata* adultes ou même jeunes présentent des digitations très marquées (Lecointre 1952, pl. 18, figures 6-7). On peut s'en assurer par l'examen d'un très abondant matériel recueilli par M. Lecointre tant à Djorf el Ihoudi, près de Safi, que à Timesguida Oufra, près de Tamanar, au S. de Mogador (pl. , fig. 1-3). Ce seul caractère n'est donc pas suffisant pour distinguer les deux espèces.

La forme générale, l'épaisseur de la thèque, l'existence ou non à la face apicale de sillons délimitant les lobes du bord postérieur, la structure des pétales, la conjugaison ou la non-conjugaison des pores ambulacraires, la position du péristome et du périprocte ne fournissent pas non plus de critères déterminants en ce qui concerne *H. fonti*.

On peut cependant examiner les résultats tirés des tableaux de mesures (tableau 1), même si celles-ci portent sur un nombre limité d'échantillons. D'après les mesures de la longueur et de la largeur ($\frac{l}{L}$) on constate que *H. fonti* peut appartenir aussi bien à *Rotuloidea fimbriata* qu'à *Radiorotula orbiculus*. En ce qui concerne la longueur et la largeur du disque central, on voit la valeur du rapport $\frac{l_1}{L_1}$ diminuer d'*H. fonti* à *Radiorotula orbiculus*, en passant par *Rotuloidea fimbriata* et *Radiorotula orbiculus semisol*. Cela reflète sans doute le développement progressif des digitations, dont résulte la di-

TABLEAU 1

	$\frac{l}{L}$	$\frac{l_1}{L_1}$	$\frac{D}{L_1}$	$\frac{D_1}{L_1}$
<i>Radiorotula orbiculus orbiculus</i>	91-98	62-68	18-23	7-11
<i>Radiorotula orbiculus semisol</i>	96-97	80-85	15-19	19-22
<i>Rotuloidea fimbriata</i>	93-99	81-94	19-23	11-16
<i>Hemiheliopsis fonti</i>	90-99	92-98	16-19	16-22

minution de la largeur. l_1 . A cet égard *H. fonti* est le plus proche de *Rotuloidea fimbriata*.

Les distances périprocte-péristome D et périprocte-bord postérieur D_1 indiquent aussi la même parenté. Chez *Rotuloidea fimbriata* et *Radiorotula orbiculus orbiculus* D est plus grand que D_1 , mais la différence est beaucoup plus marquée chez *Radiorotula orbiculus*; chez *Radiorotula orbiculus semisol* D est plus petit que D_1 , la différence étant petite. Chez *H. fonti*, sur les quatre exemplaires connus, trois ont D un peu plus grand ou égal à D_1 , tandis que le dernier a D plus petit que D_1 . On en conclut que les affinités sont les plus fortes avec *Rotuloidea fimbriata*.

Récemment Durham (1955, p. 185 et 186, fig.-texte 19 f et g) a étudié la disposition des plaques à la face orale et on peut relever entre les deux genres les caractères distinctifs suivants :

Rotuloidea :

- périprocte à la jonction entre la première et la deuxième paire de plaques postbasicorales ;
- nombre de plaques postbasicorales dans les interambulacres : 5 à 7 ;
- nombre de plaques postbasicorales dans les ambulacres : 6 ou 7 ;
- interambulacres tous continus.

Radiorotula :

- périprocte entre les deux plaques de la première paire de plaques postbasicorales ;
- nombre de plaques postbasicorales dans les interambulacres pairs : 4 ou 5 ;
- nombre de plaques postbasicorales dans l'interambulacre impair : 6 ;

- c) nombre de plaques postbasicoronales dans les ambulacres: 5 ou 6;
 d) interambulacres pairs habituellement séparés des plaques basicoronales par des plaques ambulacraires.

J'ai pu examiner le type de *Hemiheliopsis fontii* et j'ai tenté de relever

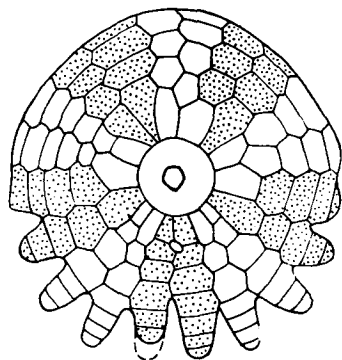


Fig. 2.—*Hemiheliopsis fontii* LAMBERT. Pliocène, El Rostel près Villacisneros (Rio de Oro). Coll. Lambert (Laboratoire de Géologie de la Sorbonne). Face orale $\times 4/3$. (les interambulacres sont pointillés).

les limites des plaques à sa face orale (fig. 2). Celles-ci sont très malaisément visibles et la figure 2 n'en offre qu'un dessin approximatif, dans lequel ne sont pas représentées les petites plaques difficilement perceptibles bordant le péristome (basicoronales). Néanmoins il semble qu'on peut en tirer certaines conclusions. On observe les caractères suivants :

- a) périprocte à la jonction entre la première et la deuxième paire de plaques postbasicoronales;
 b) nombre de plaques postbasicoronales dans les interambulacres pairs: 4 ou 5;
 b') nombre de plaques postbasicoronales dans l'interambulacre impair:
 c) nombre de plaques postbasicoronales dans les ambulacres: 4 à 7;
 d) interambulacres tous continus.

Les caractères a, b' et d s'accordent avec *Rotuloidea*, le caractère b avec *Radiorotula*, le caractère c avec l'un et l'autre. Dans cet ensemble composite le genre *Rotuloidea* paraît bien l'emporter. En considération de tous les caractères envisagés *H. fontii* doit donc être réuni plutôt à *R. fimbriata*.

En conclusion *H. fontii* reste une forme représentée par peu d'exemplaires (quatre seulement), étroitement limitée à un seul gisement, celui d'El Rostel, où elle occupe un niveau à peu près équivalent à celui de *R. fimbriata*. De ce dernier elle ne se distingue tout au plus que comme une variété.

(8) Collection Lambert, Laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

Radiorotula orbiculus orbiculus (Linné)

Pl. , fig. 5-7, fig.-texte 3

Rotula Rumphii Klein L. Agassiz 1841, p. 26, pl. 1, fig. 5.

Rotula dentata Leske de Rochebrune 1881, p. 328, pl. 19, fig. 2.

Heliophora Rumphii Klein (forme évoluée tendant vers la variété *solaris* nov.). Cottreau 1923, p. 142, pl. 19, fig. 3-3a, fig.-texte 5 C.

Heliophora Rumphii Klein forme *dentata* Leske, extrême tendant vers la variété *solaris* nov. Cottreau 1923, p. 146, fig.-texte 9.

Radiorotula Rumphii Klein var. *dentata* Lambert 1928, p. 44, pl. 8, fig. 6.

Radiorotula orbiculus Linné, exemplaire tendant vers la variété *solaris* Cottreau Darteville 1940, p. 182, pl. 2, fig. 6.

DIMENSIONS :

	L	L ₁	l	l ₁	$\frac{l}{L}$	$\frac{l_1}{L_1}$	h	D	$\frac{D}{L_1}$	D ₁	$\frac{D_1}{L_1}$
Coll. Lambert, Exemplaire décrit ici...	48,5	42	52?	27,5	91	65	9	9,5	23	3	7,1
Autre exemplaire...		34	44	21	62	67	7?	7	23	2,5	7,3
Agassiz 1841, pl. 1, fig. 5 ^b	24	30?	20	16	94	62		5,5	18	2	6,7
Rochebrune 1881, pl. 19, fig. 2 ^b ...	39	26	32	23	105	77					
Cottreau 1923, pl. 19, fig. 3 ^b	54	30	41	25	98	68		7	19	4	11
Darteville 1940 pl. 2, fig. 6 ^b ...	41	37	53?	23	97	68					

Cette espèce très variable est connue sous plusieurs noms différents, de genre aussi bien que d'espèce, jusque dans la littérature contemporaine⁹⁾. En effet, comme le rappelle opportunément Koehler (1911, p. 24), *R. orbiculus* comprend deux formes principales (entre lesquelles existent des formes de passage), l'une aux digitations étroites, allongées, au nombre de 12 en général, avec le périprocte plus proche du bord postérieur que du péristome: *R. dentata*; l'autre aux digitations plus épaisses, plus courtes, au nombre de 10 seulement, avec le périprocte plus rapproché du péristome: *R. radiata*.

(9) Pour la synonymie complète, voir Mortensen, 1948, p. 459.

En réalité d'après l'intéressante statistique donnée par Darteville (1953, p. 112, fig.-texte 26), les nombres de digitations les plus fréquents (ils varient autour de valeurs moyennes) seraient respectivement 10 et 8.

La distinction proposée par Kochler se reflète dans les résultats des mesures donnés dans le présent travail, mesures effectuées sur un nombre très limité d'individus. Chez *R. orbiculus* le rapport $\frac{D_1}{L_1}$ est sensiblement plus petit que chez *R. semisol*, en raison de la profondeur des indentations latérales, diminuant la valeur de L_1 . Chez *R. orbiculus* $\frac{D_1}{L_1}$ est beaucoup plus petit que $\frac{D}{L_1}$ puisque le périprocte est plus proche du bord postérieur que du péristome. Chez *R. semisol* c'est l'inverse: $\frac{D_1}{L_1}$ est plus grand que $\frac{D}{L_1}$ la différence étant toutefois moins marquée.

Cottreau en 1923 insiste sur le fait que la forme *dentata* représente la forme typique, la forme «*radiata-semisol*» De Blainv. étant considérée comme une variété. Mortensen (1948, p. 462, fig.-texte 256), suivi par Darteville (1953, p. 108, fig.-texte 27 A) admet sans aucune raison l'existence d'une forme typique qui n'est pas la forme *dentata* et qui est par conséquent différente de celle-ci et de la variété *radiata* (ou *semisol*). Cependant à un autre moment Darteville (1953, p. 112, fig.-texte 26) réunit la forme *dentata* à la forme typique, puisqu'il donne deux courbes de fréquence du nombre des digitations: «pour la forme typique (y compris la subsp. *dentata* (Leske) et «pour la subsp. *radiata semisol* (de Blainville)». Remarquons que les deux formes ainsi définies se distinguent parfaitement sur le graphique, la différence entre les moyennes du nombre de digitations dans l'une et l'autre forme étant hautement significative, comme le montre le calcul du rapport *t* (Lamotte 1962, p. 79) ¹⁰.

Cottreau (1923) crée une variété nouvelle, à digitations gagnant le bord antérieur de la thèque, la variété *solaris*. De plus il décrit et figure un échantillon intermédiaire entre la forme typique et la variété *solaris*, dont le bord antérieur commence à se découper.

C'est précisément cette forme intermédiaire qui nous intéresse ici et c'est

(10)

	Nombre d'exemple.	Moyenne	Déviati-on-stand-ard	Erreur stand-ard de la moy-enne
Forme typique.	478	9,677	1,131	0,052
Var. <i>semisol</i>	126	8,714	1,089	0,097

$$t = \frac{\text{différence entre les moyennes}}{\text{erreur standard de la différence des moyennes}} = \frac{0,963}{0,11} = 8,75$$

à elle seule que se rapportent les références données dans la synonymie. En effet les deux exemplaires étudiés nous en semblent inséparables. C'est aussi la même forme qu'avait en vue Lambert (1928) et qu'il a qualifiée de var. *dentata*, désignation s'appliquant à des fossiles d'El Rostel (Rio de Oro). Elle doit conserver le nomde *R. orbiculus orbiculus*, puisqu'elle se rattache à la forme typique.

Les exemplaires d'Arciprés sont inégalement conservés, le plus petit étant usé et très mutilé; l'autre presque intact sera décrit plus longuement (pl. , fig. 6).

La thèque, très aplatie, est relativement bombée, renflée dans la partie centrale et amincie sur les bords, qui restent cependant assez épais.

Le contour est nettement divisé en lobes, séparés par des entailles plus ou moins profondes. On compte seulement dix digitations ne s'étendant pas en avant de l'apex. Sur le bord antérieur, deux sinus délimitent le lobe impair, non divisé. Les deux lobes latéraux, limités en arrière de l'apex par deux profondes entailles, sont relativement peu découpés; ils présentent cependant une forte digitation à leur partie postérieure. Les deux lobes postérieurs, séparés dans le plan sagittal par le profond sinus impair, sont très découpés: ils présentent chacun quatre longues digitations, mais dont les deux externes devaient être le plus développées, parce que limitées par des sinus plus profonds.

Apex pentagonal, en bouton saillant. Pétales mal visibles en raison de l'encroûtement de la face apicale. Ils paraissent droits et largement ouverts, la zone interporifère légèrement saillante étant un peu moins large que les deux zones porifères réunies. Ces dernières sont constituées de pores très inégaux, dont il est difficile de bien reconnaître la structure.

Face orale sensiblement plane. Péristome rond. Périprocte très proche du sinus impair, arrondi, relativement grand. Sillons péristomaux non visibles.

Des traces de vestiture ne sont conservées qu'à la face orale: tubercules petits, relativement serrés, bien scrobiculés.

A la face orale (fig.-texte 3) la disposition des plaques rappelle encore beaucoup celle de *Rotuloidea fimbriata* (Durham 1955, p. 186):

— Nombre de plaques postbasicoronaes dans les interambulacres pairs: 5-6;

— Nombre de plaques postbasicoronaes dans les ambulacres: 6-7;

— interambulacres tous continus.

Cependant le périprocte est situé entre les deux plaques de la première paire de postbasicoronaes, caractère de *Radiorotula orbiculus*.

On doit remarquer que cette disposition est très voisine de celle de *Hemiheliopsis fontii*. Elle n'en diffère que par la position du périprocte et le

nombre de plaques postbasicoronaux dans les interambulacres pairs, qui est ici de 5 à 6, au lieu d'être de 4 à 5.

Le plus petit échantillon semble inséparable du premier, dont il a bien la forme générale (pl. , fig 7). Cependant il est moins épais et devait être moins découpé, avec des entailles moins profondes, d'où un aspect plus ramassé.

Bien qu'ils soient rapportés à la forme intermédiaire entre *R. orbiculus*

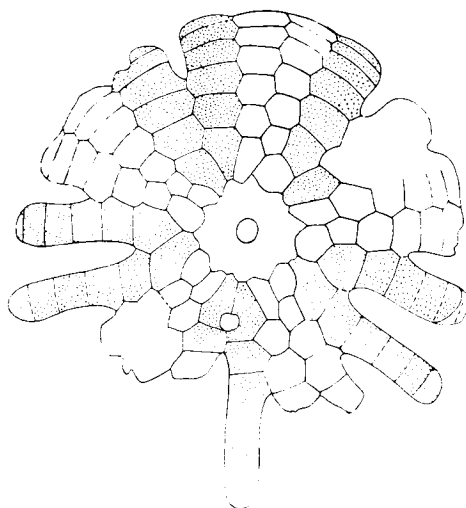


Fig. 3.—*Radiorotula orbiculus* LINNÉ. Quaternaire ancien. Carrière d'Arciprès près Villacisneros (Rio de Oro). Coll. Lecointre. Face orale $\times 43$. (les interambulacres sont pointillés).

orbiculus et *R. orbiculus solaris*, les deux exemplaires en diffèrent par le caractère nettement lobé du contour, les digitations étant limitées par des entailles de profondeurs diverses⁽¹⁾. Par ce caractère ils rappellent ainsi un peu l'espèce actuelle *Rotula augusti* Klein, mais s'en distinguent par l'absence de lunules sur le bord antérieur. En effet les indentations qu'ils présentent ne peuvent pas être assimilées à des lunules antérieures en voie de formation (bien que celles-ci se forment par indentation et non par perforation de la thèque), ni être considérées comme des lunules ouvertes par suite de l'usure de la marge.

La forme intermédiaire entre *R. orbiculus orbiculus* et *R. orbiculus solaris* est connue fossile à El Rostel près de Villacisneros (Rio de Oro) et vi-

(1) Les échantillons d'El Rostel décrits par Lambert présentent le même caractère. J'ai pu m'en assurer par l'examen de l'un d'eux (collection Lambert), qui n'est pas le spécimen figuré (pl. , fig. 5).

vante sur la côte occidentale d'Afrique, notamment dans l'archipel du Cap Vert (de Rochebrune) et sur les côtes du Gabon (Dartevelle).

Exemplaires étudiés. Niveau: Quaternaire ancien, couche 4 s. Localité: carrière d'Arciprès près de Villacisneros.

Radiorotula orbiculus semisol (de Blainville)

Pl. , fig. 8-9

Scutella dentata, var. *b.* Lam. Bory de Saint Vicent 1824 (Explication de la pl. 151, fig. 3-4 de l'Encyclopédie méthodique).

Scutella semisol De Blainville 1827, p. 226.

Scutella radiata De Blainville 1830, p. 201.

Rotula Rumphii Klein L. Agassiz 1841, p. 25, pl. 1, fig. 1-4.

Rotula Rumphii Klein de Rochebrune 1881, p. 328, pl. 19, fig. 3 a-b.

Heliophora semisol (de Blainville) Lambert 1906, p. 127.

Heliophora Rumphii Klein, var. *radiata-semisol* de Blainv. Cottreau 1923, p. 141, pl. 19, fig. 2, 6-8, 13, fig. texte 5 A.

Radiorotula orbicula Linné var. *radiata-semisol* de Blainville Dartevelle 1940, p. 179, pl. 1, fig. 22-24.

Rotula (Heliophora) Rumphii Klein Monod 1945, p. 35, note 1, fig.-texte 2.

Radiorotula orbiculus (Linné) subsp. *radiata semisol* (de Blainville) Dartevelle 1953, p. 108, pl. 17, fig. 8, fig.-texte 26-29.

Heliophora rumphii Klein. Blanchot 1956, pl. I, fig. 4

DIMENSIONS:

	L	L ₁	l	l ₁	$\frac{l}{L}$	$\frac{l_1}{L_1}$	h	D	$\frac{D}{L_1}$	D ₁	$\frac{D_1}{L_1}$
Exempl. jeune figuré pl. , fig. 8.....		27	30,3	25		93		4,5	17	6	22
Autres exempl. étudiés.....	35,6	29,5	34,6	25	97	85		5	17	6,5	22
	41,1	33	39,5	26,5	96	80		5	15	7	21
	43,1	36,5	41,7	29,2	97	81		7	19	7	19
Exempl. tendant vers. <i>R. orbiculus</i> figuré pl. , fig. 9.....		35		28		80		6,5	19	6	17

Cette variété ne saurait être désignée autrement que sous le nom de *semisol*, à l'exclusion de celui de *radiata-semisol*, puisque *semisol* a l'antériorité par rapport à *radiata*.

Une vingtaine de spécimens provenant de Hassi Amtal lui sont rapportés. La moitié environ sont trop érodés pour permettre des observations intéressantes. Les autres manifestent une assez forte variabilité et affectent des formes aussi différentes que celles des deux exemplaires de Touf (Rio de Oro) figurés par Monod. Un individu de taille relativement petite, au contour allongé, avec seulement huit digitations, proche de l'un des échantillons de Monod (1945, fig.-texte 2, à gauche) rappelle certains *Rotuloidea fimbriata* par son aspect général (pl. , fig. 8).

Un grand individu au contour plus élargi, avec dix digitations assez développées, proche de l'autre échantillon de Monod (1945, fig.-texte 2, à droite), s'apparente plus étroitement à la forme typique de la variété *semisol* (pl. , fig. 9). Cependant la longueur des digitations fait songer à *R. orbiculus orbiculus*.

Il convient de signaler l'allure denticulée des lignes de suture des plaques, bien visible sur un spécimen convenablement usé par l'érosion. M. Devriès (1960) vient de faire connaître cette structure, notamment chez un autre Clypeastroïde, *Thagastea wetterlei*.

La répartition géographique de *R. orbiculus semisol* est la même que celle de *R. orbiculus orbiculus*. Au point de vue stratigraphique, tandis que cette dernière remonte au Quaternaire ancien par sa forme intermédiaire avec la variété *solaris*, décrite ci-dessus, *R. orbiculus semisol* débute au Quaternaire récent, où on la trouve fossile sur les côtes de Mauritanie et du Rio de Oro.

Exemplaires étudiés. Niveau: Quaternaire récent. Localité: Hassi Amtal, à environ 70 km. au S. de Villacisneros (Rio de Oro).

OUVRAGES CITÉS

- AGASSIZ, L. (1841): *Monographies d'Echinodermes*. Seconde monographie. «Des Scutelles». Neuchâtel, chez l'auteur.
- BLAINVILLE, H. DE (1827): Article *Scutelle* in «Dictionnaire des Sciences Naturelles», t. 48. Strasbourg et Paris. F. G. Levrault.
- — (1830): Article *Zoophytes* in «Dictionnaire des Sciences Naturelles», t. 60. Strasbourg et Paris. F. G. Levrault.
- BLANCHOT, A. (1956): *Les formations récentes de Mauritanie occidentale*. «Bull. Dir. féd. Mines et Géol.», n.º 20, Dakar.
- BORY DE SAINT VINCENT, J. B. (1824): In Lamouroux, Bory de Saint Vincent et Eudes Deslonchamps. Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle des Zoophytes ou animaux rayonnés. T. II. Paris. V.º Agasse.
- COTTREAU, J. (1923): *Les «Rotuloidea» du Pliocène marocain et leurs descendants actuels*. «Ann. Paléont.», t. 12.
- DARTEVILLE, E. (1940): *Les «Rotules» de la côte occidentale d'Afrique*. «Bull. Séances Inst. Colonial Belge», vol. 11, p. 175.
- — (1953): *Echinides fossiles du Congo et de l'Angola*. 2ème partie. Description systéma-

- tique des Echinides fossiles du Congo et de l'Angola. «Ann. Musée Royal Congo Belge», Sér. in 8º. Sc. géol., vol. 13.
- DEVRIÈS, A. (1960): *Note sur une structure particulière des plaques chez «Thagastea wetterlei»*. «Bull. Soc. Hist. nat. Afrique Nord», t. 51, p. 108.
- DURHAM, J. W. (1955): *Classification of Clypeasteroid Echinoids*. «Univ. of California Publ. in Geol. Sc.», vol. 31, n.º 4, p. 73.
- ETHERIDGE, R. (1872): *Appendix to Mr. Maw's Paper on the Geology of Morocco, being a Description of a new Genus of Fossil Scutelloid Echinoderm from Saffé, N. Africa*. «Quart. Jour. Geol. Soc. London», vol. 28, p. 97.
- FONT Y SAGUÉ, N. (1911): *Les formations géologiques du Rio de Oro (Sahara occidental)*. «Bull. Soc. géol. Fr.» (4), t. 11, p. 212.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E., HERNÁNDEZ PACHECO, F., ALIA MEDINA, M., VIDAL BOX, C. y GUINEA LÓPEZ, E. (1949): *El Sahara español*. Estudio geológico, geográfico y botánico. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto de Estudios Africanos.
- HYMAN, L. H. (1955): *The Invertebrates: Echinodermata. The coelomate Bilateria*. Vol. IV. New York, Toronto, London, McGraw-Hill Book Company, Inc.
- KOEHLE, R. (1911): *Mission Gruvel sur la côte occidentale d'Afrique (1909-1910)*. Echinodermes. «Mém. Inst. Océanogr.», t. II, fasc. 5.
- LAMBERT, J. (1906): *Description des Echinides fossiles de la province de Barcelone*. 2ème partie. «Mém. Soc. géol. Fr.», Paléont., t. 14 (mém. n.º 24).
- — (1928): *Révision des Echinides fossiles de la Catalogne*. 2ème partie. «Mém. Museo Ciencias Naturales Barcelona», Ser. geol., vol. 1, n.º 2.
- LAMOTTE, M. (1962): *Initiation aux méthodes statistiques en biologie*. Paris, Masson et Cº.
- LECOINTRE G. (1952): *Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la côte atlantique du Maroc*. T. II. Paléontologie. «Notes et Mém. Serv. géol. Maroc», n.º 99.
- — (1962): *Sur la géologie de la presqu'île de Villacisneros, Rio de Oro*. «C. R. Séances Acad. Sc.», t. 254, p. 1121.
- MONOD, TH. (1945): *La structure du Sahara atlantique*. «Trav. Inst. Rech. sahar.», t. 3, p. 27.
- MORTENSEN, TH. (1948): *A monograph of the Echinoidea*. IV-2: Clypeastroïda. Copenhagen, C. A. Reitzel.
- ROCHEBRUNE, A.-T. DE (1881): *Matériaux pour la faune de l'archipel du Cap Vert*. «Nouv. Arch. Mus. Hist. nat.», 2ème sér., t. 4, p. 215.
- TERMIER, G. et TERMIER, H. (1947): *Généralités sur les Invertébrés fossiles*. Paris, Hermann et Cº, Actual. scient. et industr. n.º 1028.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Fig. 1, 2, 3.—*Rotuloidea fimbriata* ETHERIDGE. Pliocène.

1, 2. Timesguida Oufta près Tamanar (Maroc).

1. Petite taille. Face apicale.

2. Exemple avec les lignes de suture des plaques repassées à l'encre de Chine. $\times 1,5$.

3. Djorf el Ihoudi près Safi (Maroc). Coll. Lecointre. Face supérieure.

Fig. 4.—«*Hemiheliopsis fontis*» LAMBERT. Pliocène supérieur (?). El Aioun (Sahara espagnol, Seguiet el Hamra). Exemple communiqué par M. Hernández Pacheco. Face supérieure.

Fig. 5, 6, 7.—*Radiorotula orbiculus orbiculus* LINNÉ. Quaternaire ancien.

5. El Rostel près Villacisneros (Rio de Oro). Exemple décrit par Lambert. Coll. Lambert (Laboratoire de Géologie de la Sorbonne). Face orale.

6, 7. Carrière d'Arciprés près Villacisneros (Rio de Oro). Coll. Lecointre.

6, 6 a. Exemple décrit longuement. 6. Face apicale. 6 a. Face orale.

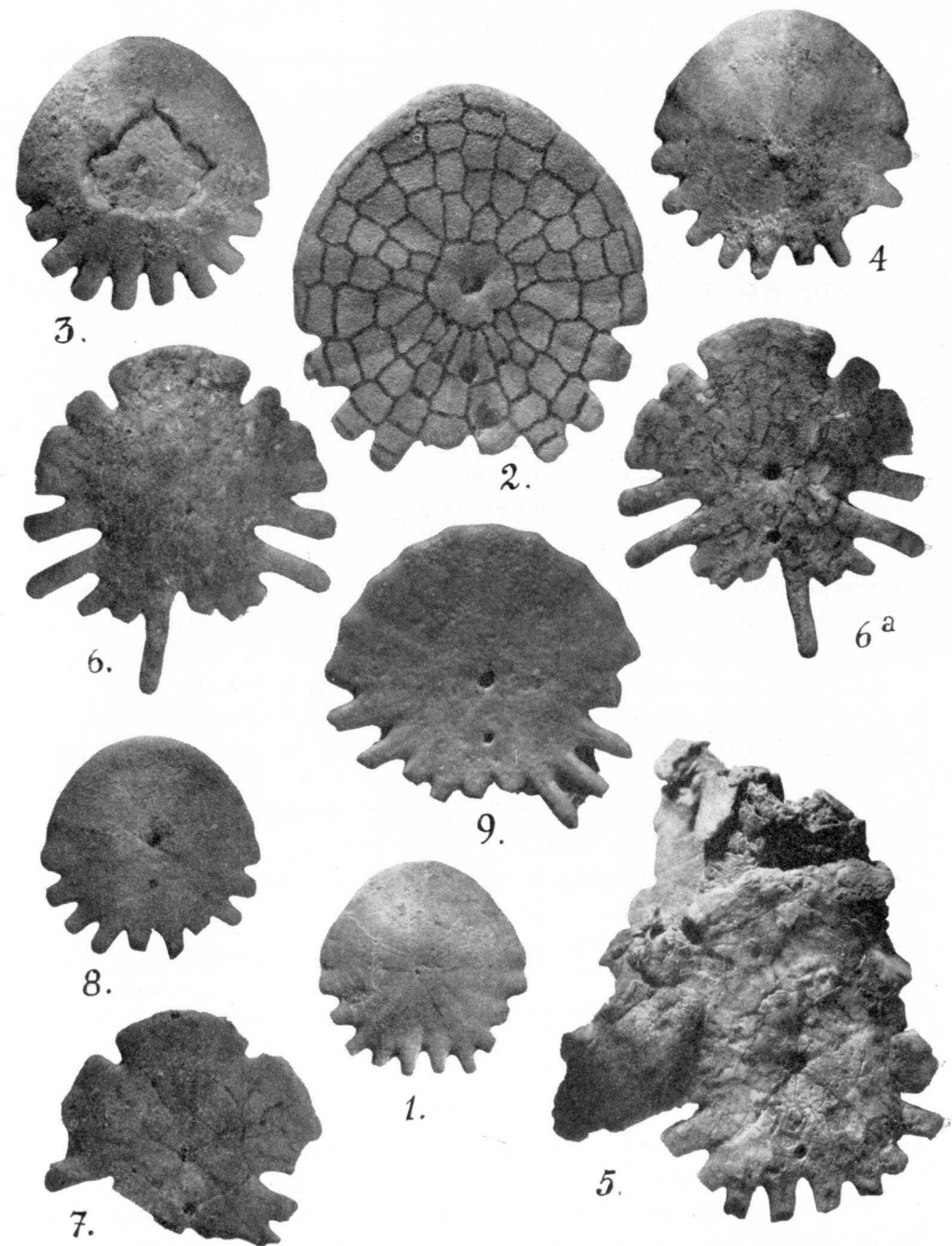
7. Autre exemple. Face orale.

Fig. 8, 9.—*Radiorotula orbiculus semisol* DE BLAINVILLE. Quaternaire récent. Hassi Amtal, à environ 70 km. au sud de Villacisneros (Rio de Oro). Coll. Lecointre.

8. Exemple jeune. Face orale.

9. Exemple tendant vers *R. orbiculus orbiculus*.

N. B. Sauf indication contraire les exemples figurés sont représentés grandeur nature. Sauf indication contraire ils proviennent des collections de l'Institut de Paléontologie du Muséum (coll. Lecointre) (Paris).



JAVIER RICART y JULIO SANCHEZ-PAUS

NOTA SOBRE EL HALLAZGO DE FOSILES SILURIANOS
EN LA SIERRA DE LAS ESTANCIAS. HOJA 974
(VELEZ RUBIO)

RESUMEN

En esta nota se comenta la presencia del siluriano datado por la fauna hallada. El interés de este trabajo reside en aclarar conceptos estratigráfico-tectónicos en una zona de gran complejidad geológica.

Como adelanto de la publicación de la Hoja del mapa Topográfico Nacional 1:50.000, número 974 (Vélez Rubio), solamente queremos reseñar aquí el hallazgo de fósiles silurianos en la base del complejo calizo-dolomítico, en la parte N-Occidental de la Sierra de las Estancias.

Se encuentra la Hoja de Vélez Rubio, en el límite del Subbético y el Bético de Málaga, en la parte N. de la provincia de Almería, entre dicha provincia y Murcia.

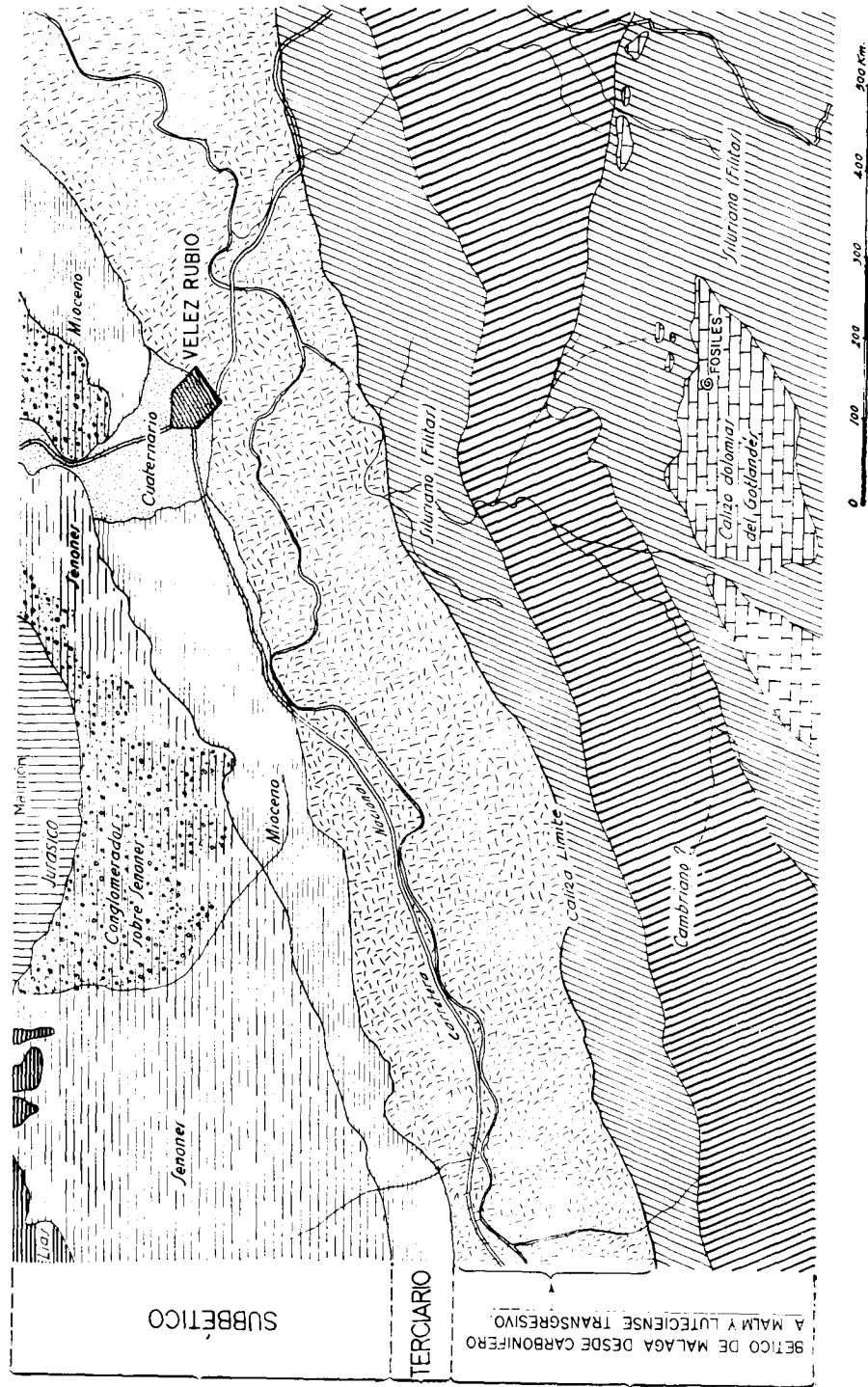
En términos generales, la parte N-W de la Hoja está ubicada en el complejo subbético, que aquí muestra un claro cabalgamiento hacia el Sur del conjunto calizo liásico-jurásico sobre el Senonense de capas rojas.

Más al S. encontramos unas formaciones terciarias compuestas de Eocenos-Oligocenos y Miocenos. Las corridas Eocenas y Oligocenas no son continuas.

Al S. de dichas formaciones se encuentran unas corridas que abarcan un Carbonífero formado esencialmente por grauwacas y pizarras verdes, un Permotriás de areniscas rojas, y un Secundario calizo dolomítico. Es el Bético de Málaga de los holandeses.

Después de esta formación, nos encontramos con la caliza límite, denominada así en el libro dedicado a la Memoria de Fallot por los profesores Mac Guillavry y Egeler, de la Universidad de Amsterdam.

El contacto entre la caliza límite y el Carbonífero, aun estando aquella muy fracturada, limitada y con fenómenos de deslizamiento, nos ha parecido bastante normal.



Viene detrás un complejo epimetamórfico que llega hasta el borde de las sierras del Saliente, Estancias, Alquería, Atalaya y Cabezo de la Jara, continuando más al S. dicho complejo epimetamórfico hasta la parte S. de la Hoja, en que está recubierto por formaciones detríticas miocenas. Las Sierras ya citadas están compuestas de calizas y dolomías apoyadas sobre filitas azules. La vergencia general de toda la zona es hacia el S., manteniendo las capas un rumbo general que oscila entre N.-50-E. a E.-W.

Esta zona ha sido estudiada primero por Blumenthal, después por el profesor Fallot y últimamente por los profesores Egeler y Mac Gillavry, de la Universidad de Amsterdam.

Según Fallot, en el borde de la Sierra de las Estancias aparecen dos complejos, el inferior, que consta de filitas caracterizadas por su brillo metálico y que comparó al polvo de aluminio, y el superior, que se compondría de pizarras, areniscas grises, calizas parecidas a las alabeadas, grauwacas con restos de plantas indeterminables y de Permotrias completado por calizas y dolomías del Muschelkalk.

Al W. de la zona de Cogollos-Vega aparece individualizado el Bético de Málaga. Allí fue identificado por el propio Blumenthal. Este Paleozoico aparece en el borde septentrional de la Sierra de las Estancias. En los peñascos dolomíticos que forman la cumbre de esta sierra reconoció también Blumenthal el Triás de las Alpujarridas. La serie dolomítica descansaría entonces directamente sobre las filitas Alpujarridas.

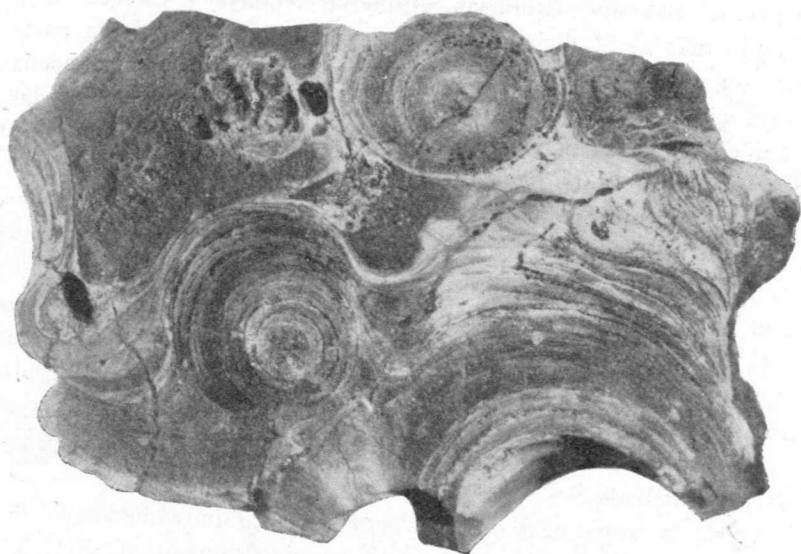
Dice el profesor Fallot, que de pertenecer dichas filitas verdaderamente al Werfemense, quedaría fuera de toda clase de dudas la individualidad tectónica del Bético de Málaga, pero que en caso de pertenecer al Paleozoico sería lo más lógico interpretar esta serie como normal.

Sigue el profesor Fallot añadiendo, que cree en la primera interpretación como la más probable y que en dicha interpretación coinciden tanto los geólogos holandeses como Blumenthal y Staub y, a pesar de que cuando se trata de la zona de El Calar emite una serie de reservas, opina que parece existir una ventana tectónica en esta región.

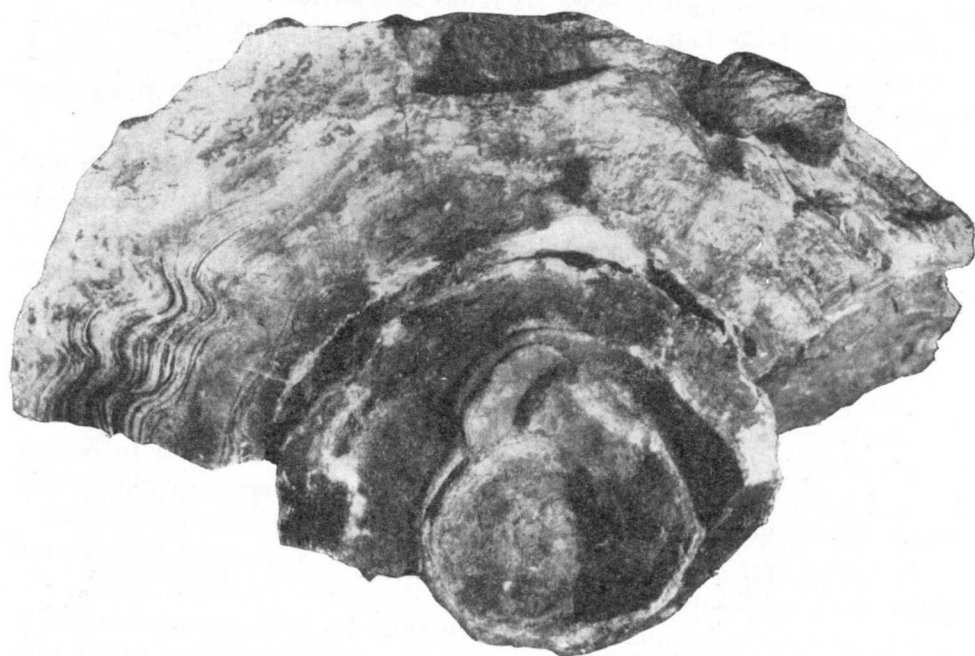
Sigue diciendo el profesor Fallot, que de admitirse tal ventana, ocurriría que, por asomar debajo del Paleozoico de Málaga un elemento de las Alpujarridas, se revelaría la existencia de dicha unidad de las Alpujarridas, o bien la existencia de una serie alpujarrida bajo otra ya existente. En todo caso la serie superior sería corrida y la Sierra de las Estancias estaría corrida hacia el N. y sus raíces habría que buscarlas al S. de la costa de Aguilas.

Dedica el profesor Mac Gillavry en el Libro a la memoria del profesor Fallot, un estudio sobre la caliza límite.

La caliza límite la sitúa en el contacto entre las rocas epimetamórficas y el Carbonífero de grauwacas y pizarras verdes no metamórfico situado más al N. La define como una serie de calizas y dolomías, de potencia variable.



Stromatopora concéntrica, Goldfus, encontrada en la base del complejo calizo-dolomítico de la Sierra de las Estancias.



que puede alcanzar a varias decenas de metros y que desaparece a tramos. Está laminada fuertemente con plegamientos isoclinales internos y conteniendo a veces fragmentos de filadios incluidos en la zona carbonatada límite.

Dice el profesor Mac Gillavry, que esta caliza límite se parece a las rocas de las Alpujarridas y establece una diferencia de metamorfismo entre el complejo epimetamorfórfico alpujarrido y el Carbonífero del Bético de Málaga.

El profesor Mac Gillavry y T. Geel, añaden, que ni la edad de este complejo ni la de su metamorfismo les son conocidos, pero que, suponiendo una edad alpina para el metamorfismo del complejo inferior, se le debe atribuir a la puesta en sitio del complejo una edad más reciente.

La caliza límite del profesor Mac Gillavry y el complejo dolomítico de la Sierra de las Estancias tienen según nuestras propias observaciones una similitud bastante notoria: primero, las dos se apoyan sobre las cuarcitas y filitas azules del llamado Werfeniense alpujarrido de Blumenthal, y segundo, las calizas y dolomías tienen una facies muy parecida a la de la base de la Sierra de las Estancias. Esta similitud se hace más notoria cuando la caliza límite alcanza mayor potencia, como el caso de la zona de El Calar y Cerro Negro.

Cuando la caliza límite desaparece, el contacto entre las areniscas y grauwacas del Carbonífero y las cuarcitas y filadios azules es bastante normal. Esta observación la pudimos hacer en la rambla del Chortal cerca del cortijo de La Tejera, en el límite N-E de la Hoja de Vélez Rubio.

Por otra parte, a la altura de la ermita del Saliente, en la Sierra del mismo nombre, hemos visto un contacto normal entre las cuarcitas y filadios con las calizas y dolomías de la cumbre.

La diferenciación existente localmente en potencias, así como la falta de continuidad tanto en una como en la otra corrida, queda explicada, primero por el hecho de ser calizas arrecifales, y después por la intensa erosión que podrían haber sufrido durante la época subsiguiente a su deposición.

Los fósiles silurianos encontrados han sido estudiados y clasificados como *Stromatopora concéntrica*, Goldfus, celenterado del grupo de los hidrozoarios, subordinen hidromedusas, familia de los stromatoporoides.

Las encontradas son de forma masiva e incrustante y son organismos formados de arrecifes de zonas neríticas. Pertenecen al Wenlockiense, o sea al Gothlandiense medio.

Los fósiles han sido recogidos en la Sierra de las Estancias, al sur del camino de la Dehesa, a unos 2 kilómetros al W. del final del camino en construcción de Vélez Rubio a Taberno y casi en la base del complejo calizo-dolomítico. También hemos visto restos fósiles, al parecer, del mismo tipo en la Sierra del Saliente, encima de la Ermita, pero debido a su mal estado de conservación han sido prácticamente irreconocibles.

No obstante, en la zona de la caliza límite, no hemos encontrado ningún

resto fósil y el datarlas como silurianas se debe únicamente a nuestra apreciación personal.

El complejo de filitas y cuarcitas sería, pues, Ordoviciense y principios del Gotlandés, serie que tal como lo indica el profesor Fallot en su segunda interpretación de esta zona, probablemente sería normal, estando formadas todas las sierras del Saliente, Estancias, Alquería y Cabezo de la Jara de una serie de arrecifes silurianos.

La interpretación que daríamos a todo el Bético de Málaga, por lo menos desde la caliza límite a la Sierra de las Estancias, sería, pues, la de un anticlinal volcado hacia el S., muy erosionado, existiendo una estructura sinclinal en la misma caliza y dolomía de la sierra, formándose más al Sur otra estructura anticlinal, que nos da la aparición otra vez del complejo epimetamórfico.

El Bético de Málaga se encuentra muy fallado en toda su extensión, existiendo a través de él, probablemente, una tectónica de bloques que nos hace aparecer en algunos sitios, tales como en el Calar, la caliza límite.

En general, creemos que desde el S. del Subbético, o sea desde la aparición del Bético de Málaga, éste está formado por una serie de sinclinales y anticlinales isoclinales muy fallados y formando todo el conjunto una individualidad tectónica, sin haber podido observar la aparición de ningún elemento alpujarrido.

BIBLIOGRAFÍA

- BLUMENTHAL, M. M., 1933. *Sur les relations tectoniques entre les zones bétiques, pentabétiques et subbétiques du Sud-Ouest de l'Andalousie*. «C. R. Ac. Sc.», t. 197, p. 1138-1139.
- BOOY (T. de) et EGELER (C. G.), 1960. *Occurrence of Betic of Malaga elements in the south-eastern part of the Betic Cordilleras (S. E. Spains)*. «Geol. en Mijnbouw», 39, 6, p. 553.
- BOOY (T. de) y EGELER (C. G.), 1961 a. *Remarks on the tectonic positions of the Betic of Malaga in S. E. Spain and on its relation to the Subbetic*. «Geol. en Mijnbouw», 40, 2, p. 79.
- BOOY (T. de) y EGELER (C. G.), 1961 b. *The occurrence of Betic of Malaga in the Sierras de Almagro, Cabrera and Alhamilla (S. E. Spains)*. «Geol. in Mijnbouw», 40, 6, p. 209-218.
- EGELER (C. G.) y BOOY (T. de), 1960-62. *Signification tectonique de la présence d'éléments du Bétique de Malaga dans le Sud-Est des cordillères bétiques*. «Livre a la Mémoire du professeur Paul Fallo». Tomo I, pág. 155-162.
- FALLOT (P.), 1945. *Estudios geológicos en la zona subbética entre Alicante y el Guadiana Menor*. «Cons. Sup. Inv. Cient.», Madrid.
- FALLOT (P.) y BATALIER (R.), 1928. *Observations géologiques sur la région de Vélez Rubio*. «C. R. As. Sc.», T. 187, pág. 988-990.

- MAC GILLAVRY (H. J.), ROEP (Th. B.) y GEEL (T.), 1960. *Notes on the Betic of Malaga Near Vélez Rubio (S. E. Spain)*. Kon-Wed. Ak. Wet., Proc. Ser. B., volumen núm. 5, p. 623-636.
- MAC GILLAVRY (H. J.) y GEEL (T.), 1960-62. *Note Préliminaire sur la Série Géologique des environs de Vélez Rubio (Sud de l'Espagne «Livre a la Mémoire du Professeur Paul Fallo»*. Tome I, p. 169-174.

Recibido el 18-I-1963

H. A. VAN ADRICHEM BOOGAERT*, A. BREIMER*, TH. F. KRANS*
and N. SJERP**

A NEW STRATIGRAPHIC INTERPRETATION OF PALAEOZOIC SECTIONS IN THE REGION BETWEEN SAN ISIDRO PASS AND TARNA PASS (PROVINCE OF LEON, SPAIN)

Cambrian, Upper Devonian and Lower Carboniferous faunas have been found in various localities in the region between the San Isidro Pass, the Tarna Pass and Mount Mampodre, including the source areas of the Porma and Esla rivers (prov. León). Age determinations of the strata in this area have been long confusing by lack of adequate paleontological evidence. The recently discovered faunas permit a new stratigraphic interpretation of the rock-sequence.

Stratigraphy in this area (see section A) in descending order deals with some hundreds of meters of massive, unfossiliferous limestone, basal part of which is developed as a red, nodular limestone ('griotte') of Upper Viséan age, as established on goniatites.

Below the 'griotte' follow a few meters of red shales and thin-bedded radiolarites, which, apart from radiolarians, did not provide determinable fossils. At the base of these beds a thin band of grey, nodular limestone may occur which proved to possess a Lower Viséan conodont fauna (see sections E, F). This fauna has been found in a locality near La Uña, province of León (loc 62 U 2), where it includes the following species:

Gnathodus semiglaber (Bischoff, 1957)

Polygnathus inornata E. R. Branson, 1934 s. l.

A similar fauna comes from a locality along the road leading from San Isidro Pass to the village of Felchosa (loc 62 Fe 2 and 62 Fe 3). These localities provided the following conodonts.

* Dept. of Stratigraphy and Palaeontology, University of Leiden, Netherlands.

** Dept. of Structural and Applied Geology, University of Leiden, Netherlands.

- 62 Fe 2: *Gnathodus semiglaber* (Bischoff, 1957)
Gnathodus texanus Roundy, 1926
Hindeodella segaformis Bischoff, 1957
Pseudopolygnathus triangula pinnata Voges, 1959

- 62 Fe 3: *Gnathodus delicatus* Branson & Mehl, 1938
Gnathodus semiglaber (Bischoff, 1957)
Gnathodus texanus Roundy, 1926

62 Fe 2 belongs to the Anchoralis-zone of Voges (1959). 62 Fe 3 most probably belong to the Anchoralis-Bilineatus-interregnum of Voges. 62 U 2 could belong to the Anchoralis-zone or to the Anchoralis-Bilineatus-interregnum. The Anchoralis-zone corresponds with the middle part of the Pericyclus Stage of goniatite stratigraphy. The Anchoralis-Bilineatus-interregnum corresponds with the upper part of the Pericyclus Stage. All these zones are of Lower Viséan age.

The grey nodular limestone-band with conodonts is generally underlain by black shales and chert of max. 20 meters in thickness. Below these deposits another few meters of grey limestones occur, which are nodular at the top but downwards grade into dolomite. These limestones produced another conodont fauna from the same two localities as mentioned above (see sections E, F). The following species can be mentioned.

- 62 U 1: *Polygnathus communis* Branson & Mehl, 1934
Polygnathus cf. *inornata* E. R. Branson, 1934 s. l.
Spathognathodus aculeatus (Branson & Mehl, 1934)
Spathognathodus costatus E. R. Branson, 1934

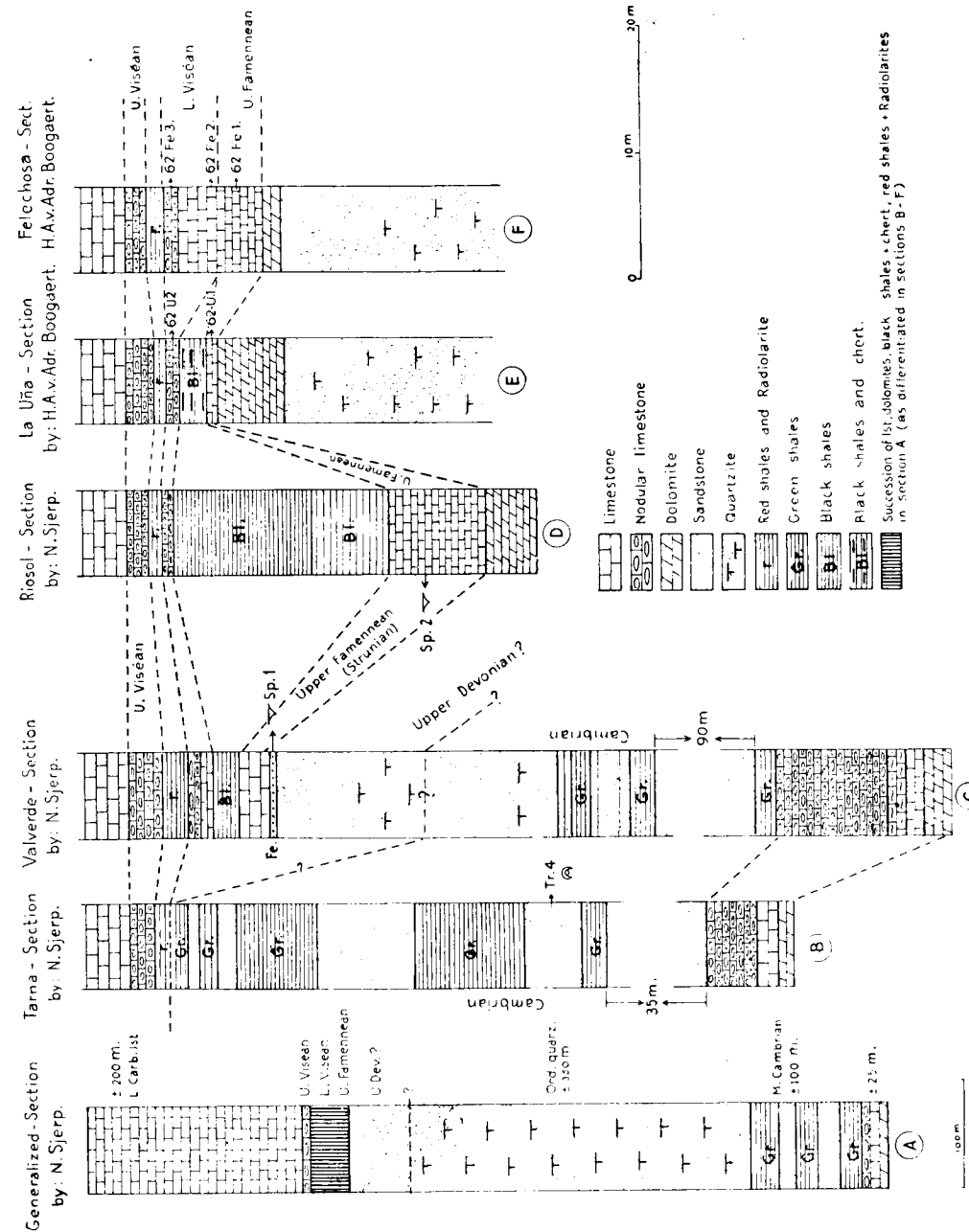
- 62 Fe 1: *Polygnathus communis* (Branson & Mehl, 1934)
Spathognathodus aculeatus (Branson & Mehl, 1934)
Spathognathodus costatus costatus (E. R. Branson, 1934)

These faunas belong to the Costatus-zone of Ziegler (1962). This zone comprises the upper part of the Lower Gonioclymenia Stage and the Upper Gonioclymenia Stage (or Woeklumeria Substage) of goniatite stratigraphy. The zone is of Upper Famennian age (Strunian included).

In a locality (Sp 2, see section D) near the chapel of Riosol (Mampodre area) these limestones provided a spiriferid fauna with:

- Spinocyrtia struniana* (Gosselet, 1879)
Cyrtospirifer verneuili (Murchison, 1840)

indicating an Upper Famennian (Strunian) age. A locality (Sp 1, see section C) in the Rio Valverde of the Mampodre area, produced another spiriferid fauna with:



Tylothyris mesacostalis (Hall, 1843)

Cyrtospirifer cf. *aquisgranensis* Paeckelmann, 1942

Cyrtospirifer almadencensis Paeckelmann, 1942

This fauna is also of Famennian age. It comes from a thin band of ferruginous sandstone, which is the top bed of a series of some tens of meters of sandstones of undetermined age. These sandstones could be of Upper Devonian age.

Below these deposits of Upper Devonian age may follow a thick series of some hundreds of meters of massive, quartzose sandstone and quartzites. Up to now this series was regarded by us as of Devonian age, mainly because such a thick quartzose series of Devonian age was known to occur near Camporredondo in the north of the province of Palencia (cf. Koopmans, 1962).

In the region under consideration the series of quartzites are underlain by a formation of greenish shales and sandstones, which recently produced a trilobite fauna from four localities. The fauna consists predominantly of *Conocoryphe* species and probably a few *Solenopleuropsis* specimens. In a locality near the village of Cofiñal (province of León), *Conocoryphe heberti* is accompanied by carpoids. In a locality immediately south of the Tarna Pass the species *Conocoryphe* cf. *ovata* could be determined. The assemblage of trilobites from this region is closely comparable to the fauna described by Sdzuy (in Lotze & Sdzuy, 1961, p. 777-78) from the base of the Oville Formation (or Untere Luna Schichten in his terminology) near Los Barrios de Luna (León) and some other localities in the Luna, Porma and Esla valleys. These faunas are of Middle Cambrian age.

Below this shale and sandstone formation occurs a variable sequence of no great thickness composed of predominantly grey nodular limestones, dolomitic limestones, interbedded with shales and calcareous shales, which did not yet provide fossils.

It appears now that the stratigraphic interpretation of the sections under consideration, has to be in much the same way as has been done by P. Comte (1959, p. 62) for sequences in the Porma Valley (Vegamian region). There he distinguished the Lancara Formation and the Oville Formation, both of Cambrian age, followed by presumably Ordovician quartzites (Barrios Formation). Sandstone deposits of Upper Devonian (Strunian) age rest unconformable on the Ordovician quartzites. Comte refers to these deposits as Ermitage sandstone, although it must be stated that in some places shales and even thin limestone lentils have developed, not unlike those described above. From these thin limestone bands, spiriferids of Strunian age have been found near Vegamian:

Fusella tornacensis (De Koninck, 1883)

Cyrtospirifer verneuili (Murchison, 1840)

The Upper Devonian deposits are followed by the black shales and chert and then the 'griotte' and Lower Carboniferous limestones.

Most probably the sections in the area between the San Isidro Pass and the Tarna Pass show a similar stratigraphic hiatus between Cambro-Ordovician formations and Upper Devonian-Lower Carboniferous deposits. The paleontologic evidence described here is a strong argument in favor of this opinion. Some direct field evidence supports the view that an unconformity exists. In places erosion surfaces and pebble beds occur between the quartzites and what may be regarded as Upper Devonian deposits.

As in other localities in the south, for example near Tolibia de Arriba in the Curueño Valley, this hiatus may be of a still greater extent, in as much as even the Ordovician quartzites may be absent. This is shown by a highly interesting section in the vicinity of Mount Mampodre (see section B) where Upper Viséan 'griotte' with goniatites rests directly on Middle Cambrian shales with trilobites (conorophid fauna).

The new interpretation of the sections in the San Isidro-Tarna region throws light on the opinion held by Asturian geologists (cf. Martínez, 1962) who, in their area, mapped structures with essentially the same stratigraphic sequence. They always referred to the massive quartzites as 'armorican' quartzites, suggesting an Ordovician age for it. The same quartzites appear as of Devonian age on the geologic map 1 to 100,000 by De Sitter (cf. De Sitter, 1962). The interpretation of Asturian geologist has been confirmed to a great extent by the new palaeontologic evidence, but further research will possibly find that even in Asturias the stratigraphic hiatus is between Upper Devonian sandstones and Ordovician quartzites and not uniformly between Upper Viséan 'griotte' and Ordovician quartzites as in their interpretation of the section.

The conodont studies mentioned in this note are from Mr. Van Adrichem Boogaert. The brachiopod studies were undertaken by Mr. Krans. Only provisional results have been given in this note. Full details will appear in the more comprehensive studies which are being prepared on Spanish Palaeozoic conodonts and Spanish Devonian spiriferids resp.

REFERENCES

- P. COMTE, 1959. *Recherches sur les terrains anciens de la cordillère Cantabrique*. «Memoria Inst. Geol. Min. España». Tomo LX, p. 1-440.
 B. N. KOOPMANS, 1962. *The sedimentary and structural history of the Valsurvio Dome*

- (Cantabrian Mountains, Spain). «Thesis Leiden. Leidse Geol. Mededel.», vol. 26, páginas 121-232.
 F. LOTZE & K. SDZUY, 1961. *Das Kambrium Spaniens, II*. «Akad. Wiss. (Litt. Abh. Math. Nat. Wiss. Kl.)», Jahrg. 1961, nr. 7 & 8.
 J. A. MARTÍNEZ, 1962. *Estudio geológico del reborde oriental de la cuenca carbonífera central de Asturias*, «Thesis Oviedo», p. 1-227.
 L. U DE SITTER, 1962. *The structure of the southern slope of the cantabrian Mountain: explanation of a geological map with sections scale 1:110,000*, «Leidse Geol. Mededel.», vol. 26, p. 26, p. 255-264.
 A. VOGES, 1959. *Conodonten aus dem Unterkarbon I & II, Gattendorfia-Stufe and Pericyclus-Stufe, des Sauerlandes*, «Pal. Zschr.», Bd. 33/4, p. 266-314.
 W. ZIEGLER, 1962. *Taxonomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung*, «Abh. Hess. L.-Amt f. Bodenf.», Ht. 38, p. 1-166.

Recibido el 4-II-1963.

JOSE SUAREZ FEITO

LOS SEMICONDUCTORES COMO DETECTORES DE RADIACIONES

RESUMEN

En este trabajo se indica brevemente el comportamiento de los semiconductores y su aplicación a la detección de radiaciones.

RESUME

Dans ce travail nous essayons de donner une vue d'ensemble des semiconducteurs et son applications a la detection des radiations.

SUMMARY

In this work it is shortly shown the applications of semiconductors as detectors for nuclear particle radiations.

En el nuevo y amplio campo de la Electrónica en los cuerpos sólidos, los diodos semiconductores desempeñan un importante papel. Entre sus diversas aplicaciones nos referimos aquí exclusivamente a la detección de radiaciones en la cual presentan innegables ventajas sobre los contadores que normalmente se utilizan, en especial, por lo que se refiere a su sensibilidad y a su reducidísimo tamaño. Tanto los diodos semiconductores como los transistores, han permitido resolver los problemas de espacio que se presentan en los satélites y cohetes para el acoplamiento de un número elevadísimo de detectores con sus circuitos electrónicos asociados.

Para comprender su funcionamiento, veamos primero las características de los cuerpos básicos que se utilizan en su fabricación y que en las aplicaciones comerciales son el germanio y el silicio en estado cristalino y puro. Estos cuerpos son excelentes aislantes porque la estructura cristalina mantiene en su lugar todos los electrones externos que normalmente quedarían li-

bres para entrar en la circulación de corriente. Estos dos elementos tienen cuatro de dichos electrones externos, cada uno de los cuales comparte la órbita de otro electrón externo de un átomo vecino (fig. 1).

Para que una tensión aplicada diera lugar a un flujo de electrones, debería ser suficientemente alta para romper la ligadura de éstos antes de quedar libres para moverse hacia el terminal de tensión positiva.

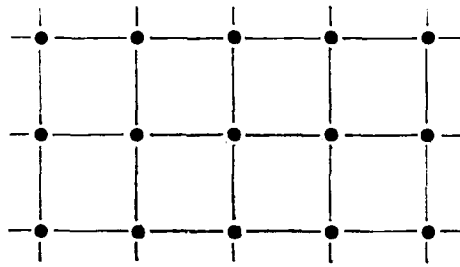


Fig. 1

Al romper la ligadura, la tensión destruiría también la estructura cristalina. Como no puede circular corriente en un cuerpo cristalino puro tal como el descrito, deben realizarse en él algunas modificaciones para obtener una circulación de corriente que se pueda gobernar. Un método sencillo para obtener *ésto*, es añadir una pequeña cantidad de átomos que tengan cinco electrones externos. Los más adecuados para este fin son el fósforo, el antimonio y, más frecuentemente, el arsénico. Estos cuerpos se distribuyen a través del cuerpo básico puro, mientras se le trata para adquirir el estado cristalino. La estructura resultante se indica en la figura 2.

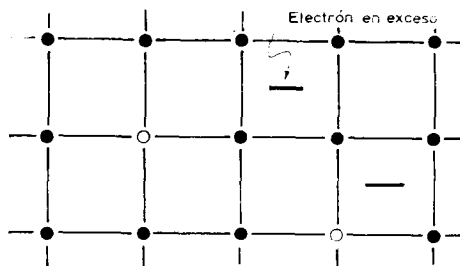


Fig. 2

La proporción de los átomos que forman la impureza es del orden de una parte en cien millones. Una proporción mayor da lugar a una circulación de corriente que ya no puede gobernarse. El electrón externo adicional de cada átomo de la impureza queda sin encadenarse con la estructura cristalina.

Si se aplica una tensión continua entre los extremos de un trozo de semejante material, los electrones no encadenados quedan libres para circular a través de la estructura cristalina hacia el borne positivo. El número total de electrones no encadenados en el cristal permanece siempre el mismo, ya que cada electrón que abandona el cristal en el terminal positivo es reemplazado por otro que entra por el terminal negativo. En consecuencia, se produce una circulación constante de corriente debida al exceso de partículas negativas (electrones), por lo que se conoce a tal material como semiconductor por exceso o del tipo N.

Las flechas indican el sentido de circulación de la corriente (fig. 3).

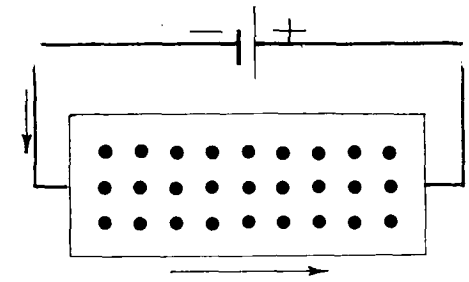


Fig. 3

Existe otro método de modificar el cuerpo básico cristalino, que es añadir durante el tratamiento impurezas tales como aluminio, boro o indio en pequeñas cantidades. Estos átomos tienen solamente tres electrones externos, con lo que la estructura modificada tiene el aspecto de la figura 4.

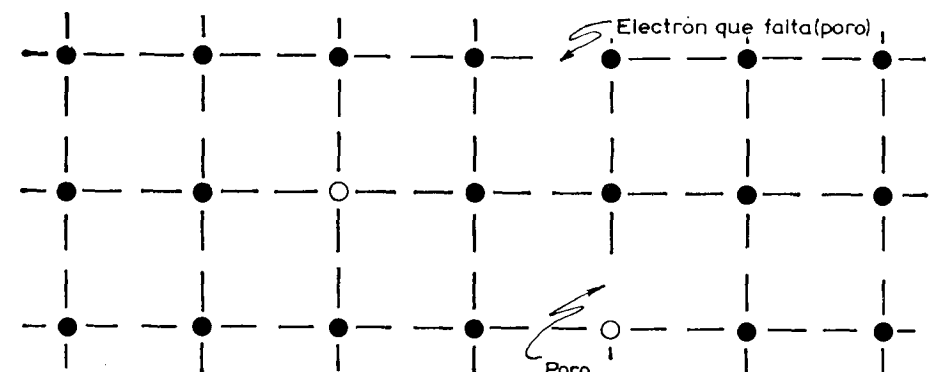


Fig. 4

La comparación de este diagrama con el correspondiente al cuerpo básico puro, demuestra que a la estructura modificada le falta un electrón por cada átomo de impureza. El espacio que deja en la estructura el electrón

que falta se denomina poro. Obsérvese que éste no está situado necesariamente en la vecindad inmediata del átomo de impureza. Durante el tratamiento, este último atrae un electrón externo próximo, para llenar el espacio de la estructura cristalina que le rodea, y el «poro» se «mueve» hacia algún lugar. Una serie de electrones externos, puede abandonar sus núcleos para llenar el espacio, y el poro puede viajar una distancia considerable antes de alcanzar una posición de equilibrio.

Si aplicamos una tensión continua en los extremos de un trozo de este material, el poro tiene las características de una carga positiva y circula hacia el terminal negativo. El número total de poros en el cristal se mantiene siempre igual. Cada uno de ellos que alcanza el extremo negativo del cristal es neutralizado con un electrón que abandona el terminal positivo y entra en el cristal, lo que da a éste un exceso de carga negativa. El cristal vuelve a ganar una carga neutra cuando descarga un electrón al terminal de tensión positiva y crea otro poro. Este circula hacia el polo negativo dando como resultado una continua circulación de poros a través del cristal y un flujo continuo de electrones a través de los conductores. Como la circulación de corriente en este cuerpo se debe a faltas (poros) en la estructura cristalina, y estas faltas simulan cargas positivas, el material es conocido como semiconductor «por defecto» o del tipo P.

La circulación de corriente es según la figura 5.

DIODO SEMICONDUCTOR

Consiste básicamente en la unión entre semiconductores y existen dos tipos fundamentales: de unión y de puntos de contacto.

El diodo de unión, consta de cuerpos semiconductores de los tipos P y N

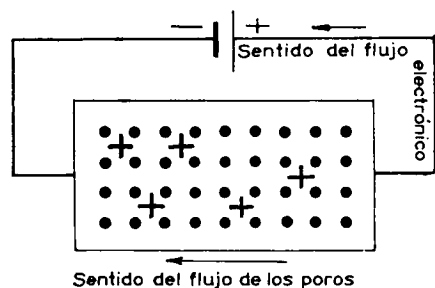


Fig. 5

en íntimo contacto. La unión puede obtenerse durante el proceso de formación del cristal (unión por crecimiento) o mediante un sistema de disolución y recristalización (unión por aleación).

El diodo de puntos de contacto consiste en una placa de un cuerpo semiconductor del tipo P o N en contacto a presión con un alambre puntiagudo. La región de contacto puede considerarse como una unión P-N. Los alambres utilizados son de aleación de platino, tungsteno, bronce, fósforo y otros. En realidad, no se comprende muy bien que la zona de contacto trabaje como una unión P-N. Para explicarlo existen teorías complicadas. Sin embargo, una comprobación de ellas es el hecho de que un diodo de germanio de tipo N construido de esta manera, generalmente, trabaja mejor después de hacer pasar a través del mismo un fuerte impulso de corriente. Después de esto, la punta del alambre se encuentra unida a la placa semiconductor. La intensa corriente funde aparentemente el material semiconductor en la región de la punta de contacto. Esta rápida fusión y enfriamiento ocasiona, al parecer, una conversión localizada del material tipo N en material tipo P, formándose así una unión N-P.

Las conexiones se pueden realizar de dos formas distintas: como polarización directa y como polarización inversa.

En la polarización directa el esquema es el de la figura 6.

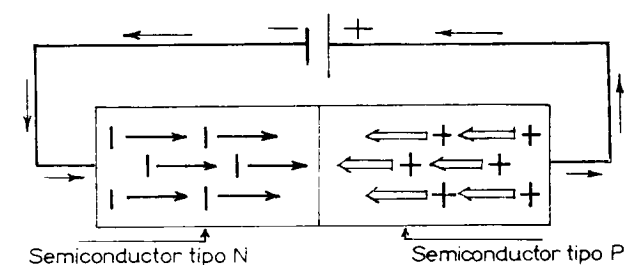


Fig. 6

Los poros en el tipo P circulan desde el borne positivo hacia el negativo y los electrones en el cuerpo N lo hacen desde el polo negativo hacia el positivo. A la unión llegan continuamente poros que circulan en un sentido y electrones que lo hacen en sentido contrario. Cuando los electrones encuentran a los poros en la unión, neutralizan mutuamente sus cargas. Esta neutralización permite la formación de más poros en el extremo positivo del cuerpo P y la entrada de más electrones en el extremo negativo del cuerpo N. Se cumplen todas las condiciones necesarias para una continua circulación de corriente. Se necesitan solamente algunos voltios para hacer que todos los poros y electrones en exceso circulen hacia la unión, dando por resultado la máxima intensidad de corriente permisible.

Si se invierten los bornes positivo y negativo de la fuente de tensión con respecto a la disposición anterior, nos encontramos con condiciones comple-

tamente diferentes. El semiconductor tipo N se conecta al polo positivo y el P al polo negativo. El esquema se indica en la figura 7.

Los poros del cuerpo P son atraídos hacia el borne de tensión negativa, y los electrones del cuerpo N son atraídos hacia el borne de tensión positiva. Este sistema de polarización inversa no reúne las condiciones necesarias para el establecimiento de una corriente que conduzca poros o electrones

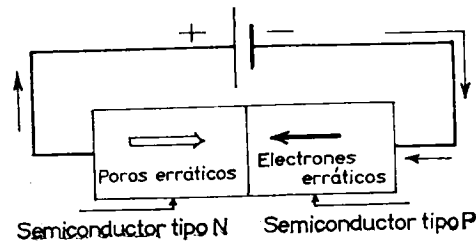


Fig. 7

hacia la unión, no pudiendo tener lugar ninguna circulación de corriente en los conductores. En realidad, circula una corriente muy débil en razón a que el material tipo N contiene un número pequeño de poros y el material tipo P un número reducido de electrones. Estas cargas pueden circular en el sentido necesario para mantener un flujo estable de corriente, según se explicó al tratar de la polarización directa. El motivo de la presencia de estas cargas erráticas se debe, no a un defecto en el proceso de fabricación, sino a la rotura de algunos encadenamientos en la estructura cristalina debido a la agitación térmica. Al aumentar la temperatura se incrementa el número de estas cargas erráticas. Se necesitan tensiones elevadas y la máxima corriente que se obtiene es sólo una fracción de la producida mediante la polarización directa.

Los diodos semiconductores se utilizan en todos aquellos casos en que se emplean los rectificadores metálicos secos y los diodos de vacío. Se usan en instrumentos de medida, fuentes de alimentación, mezcladores y detectores.

Para su aplicación a la detección de radiaciones están constituidos por una difusión de fósforo, en un semiconductor de silicio de tipo P de alta resistividad, con lo cual se forma una unión del tipo N-P, próxima a la superficie de una placa de silicio. Aplicando a dicha unión una polarización inversa, se establece a ambos lados de la misma una zona de carga de espacio. Esto constituye el volumen sensible del detector.

Existen diferentes modelos fabricados por distintas casas, pero con el fin de dar una idea sobre sus dimensiones, nos referiremos a dos tipos elaborados por la Solid State Radiations de Estados Unidos. Uno de ellos, el NPS-5, tiene un área sensible de 5×5 mm. y el otro NPS-10 de 10×10

mm. Este dispositivo es, esencialmente, una cámara de ionización al estado sólido, con una respuesta del orden de milimicrosegundos, una resolución elevada y una variación lineal, en un amplio intervalo, de la altura del impulso con la energía de la partícula, según se indica en la figura 8.

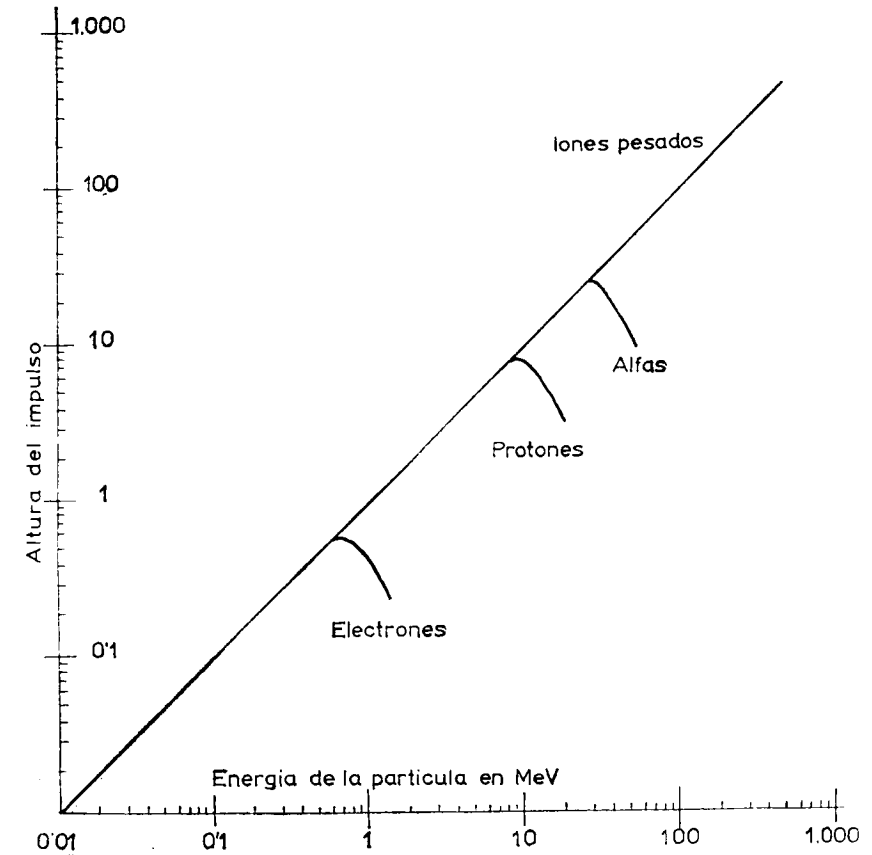


Fig. 8.

En razón al reducidísimo grado de difusión del fósforo, inferior a una micra, se puede considerar despreciable la ventana de entrada. El volumen sensible comienza en la superficie y se extiende hasta una profundidad que depende del voltaje aplicado y de la resistividad de la base de silicio. Dicha profundidad Z , viene dada en micras por la fórmula

$$Z = \frac{1}{3} (\rho V)^{1/2}$$

en la cual ρ es la resistividad de la base de silicio en ohm-cm. y V el potencial aplicado en voltios. Con un semiconductor de silicio de 1.000 ohm-cm. y con una polarización de 90 voltios, se obtiene un volumen sensible de 100 micras.

El poder de resolución energético aumenta con el voltaje aplicado al detector y disminuye cuando aumenta el área del mismo.

La superficie del detector va aislada mediante una cubierta de uranio, boro, litio, oro, plata o níquel.

A continuación, figura 9, se indican los circuitos correspondientes para obtener impulsos de salida positivos o negativos.

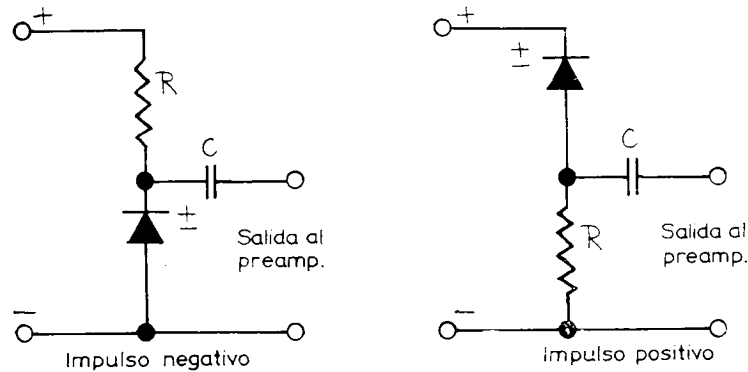


Fig. 9

Es corriente tomar para valor de R, 10 mohm y para C, 0.01 μ farad., aunque se pueden usar también otros valores según cada aplicación particular.

La figura 10 representa la conexión terminal (vista de abajo a arriba).

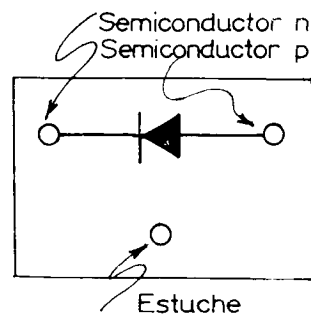


Fig. 10

Dos de los terminales están aislados del estuche y permiten elegir la polaridad para el circuito exterior. El tercero tiene como fin colocar a tierra dicho estuche.

APLICACIONES

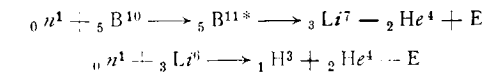
1.º Detección de partículas cargadas, tales como alfas, betas, deuterones, tritones, iones pesados y productos de fisión, bien en el interior de una cámara de vacío o fuera de ella.

2.º Trabajos de espectrometría por su elevada resolución.

3.º En los espectrómetros de masas, utilizando una disposición unidimensional para el plano focal de las partículas cargadas.

4.º Especialmente en los aparatos para detección de radiación alfa, en los que una disposición bidimensional proporciona una superficie considerable.

5.º Detección de neutrones lentos utilizando cubiertas de boro y litio para producir las correspondientes partículas cargadas según las reacciones



6.º Detección de neutrones rápidos empleando recubrimientos de materiales hidrogenados, mediante los núcleos en movimiento, por colisión con los neutrones.

7.º Espectrometría de neutrones.

8.º Medida de $-\frac{dE}{dX}$ de las partículas cargadas

9.º Empleo en medidas de coincidencia rápida.

10. Detección de partículas de escaso poder ionizante.

Recibido el 6-IV-1963.

J. M.ª RIOS

RELACION DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES PARA INVESTIGACION DE HIDROCARBUROS, LLEVADAS A CABO EN ESPAÑA DURANTE 1962

RESUMEN

Este trabajo continúa la serie de informes que, acerca de la investigación de hidrocarburos en España desde su iniciación, lleva realizados el autor. Comienza con unos comentarios acerca de su estado actual y su porvenir y a continuación se expresan las actividades comunicadas por cada compañía para las diversas zonas. Unos cuadros sintetizan las variaciones en los estados de asociación de las compañías y de nuevos permisos o renunciadas a ellos. En diversos mapas se señalan las posiciones generales de los sondeos y las concesiones antiguas y nuevas de permisos.

SUMMARY

This work is the continuation of the author's series of reports on the activities in oil exploration in Spain since their beginning. It starts with general comments on the actual and future outlook of activities. Follows a systematic exposition of the activities developed by each company, during 1962, in the different zones. In several tables are shown the changes or novelties in associations or in permits. The general positions of the permits and wells are shown in maps.

PREAMBULO

De nuevo expresamos nuestro agradecimiento a las compañías que, con tan gran paciencia como espíritu de comprensión y colaboración, cooperan en la tarea de informar al público español acerca de la marcha de las investigaciones de hidrocarburos en nuestro subsuelo.

Este año, para no repetir y encarecer la presentación de los datos, me limito a presentar las actividades durante el año 1962, y prescindiendo de los resúmenes y cuadros generales, así como de los mapas que registran la totalidad de actividades desde 1939, excepto para el Sáhara, donde convenía completar la información algo deficiente de 1951 con nuevos datos obtenidos posteriormente. En realidad esta relación de actividades prolonga y

completa la de 1961, y a ésta deberán referirse los que deseen obtener la información que precisen y no encuentren en este trabajo, por ejemplo en lo referente a los sondeos más antiguos o a la composición de las asociaciones ya existentes a comienzos del año 1962.

ACTIVIDADES DE LAS COMPAÑIAS

ZONA I.—PENINSULA

A) RESUMEN DE ACTIVIDADES Y COMENTARIOS GENERALES

El desarrollo de actividades durante 1962 corresponde a lo que se esperaba y se predijo en el informe para 1961. El interés de las compañías sigue vivo. Se han constituido nuevas asociaciones y se han solicitado nuevos permisos. También se han registrado las primeras renunciaciones a permisos.

Las actividades más aparentes e interesantes, las de perforación, han registrado la ejecución de trece sondeos totalmente completados durante 1962, la terminación de seis que quedaban comenzados a fines de 1962 y la iniciación de otros seis que seguían funcionando a fines de 1962.

CAMPSA y asociadas han completado dos sondeos con un total de 2.817 metros de perforación. Uno suministró indicios de hidrocarburos, otro resultó negativo.

CIEPSA y asociadas han trabajado en seis perforaciones: terminó dos comenzadas en 1961, llevó a cabo tres durante 1962 y acabó el año con una perforación en marcha. Le total perforó unos 9.000 metros de sondeo durante 1962. De estos sondeos tres tenían por objeto obtener información estratigráfica. Dos dieron indicios de hidrocarburos gaseosos y uno de hidrocarburos líquidos.

EXPASA trabajó en cinco sondeos, de los cuales dos estaban en marcha ya a comienzos de 1962, y el quinto, iniciado dentro del año, continuaba la perforación al terminar. Por consiguiente, llevó a cabo dos perforaciones completas durante 1962. Perforó en total unos 9.900 metros durante 1962. Todas ellas con resultados negativos.

EXPENSA trabajó en dos sondeos, uno iniciado y terminado dentro del año y otro cuya perforación continuaba a fin de 1962. Perforó unos 7.600 metros durante 1962. Una perforación fue totalmente negativa, otra dio indicios de gas.

ESSO IBERIA trabajó en cuatro perforaciones, completó tres sondeos, sus primeros, y empezó uno que continuaba sus trabajos a finales de 1962. Perforó unos 7.900 metros de sondeo. Resultados negativos. Sigue trabajando en tres sondeos.

PHILLIPS llevó a cabo sus primeras actividades de perforación, completando dos y empezando una que trabajaba a fin de 1962. Llevó a cabo un total de unos 4.000 metros de perforación. Resultados negativos.

SIPSA trabajó en dos perforaciones, completando una iniciada en 1960 y abandonada luego provisionalmente, e iniciando otra cuyas labores continuaba a fines de 1962. Realizó durante el año unos 2.000 metros de perforación. Informa el hallazgo de abundante gas en ambos sondeos.

VALDEBRÓ trabajó en una perforación iniciada en 1961 y terminada en 1962, con un total de unos 2.000 metros de perforación. Se cortaron indicios de hidrocarburos.

Por consiguiente, durante 1962 se trabajó en 25 sondeos con un total aproximado de 45.000 metros de perforación, llevados a cabo por ocho compañías o asociaciones de las quince grandes concesionarias de permisos en la Península.

De estas 25 perforaciones, 6 estaban empezadas a comienzos de 1962 y se terminaron durante el año, 13 se empezaron y terminaron durante el año y 6 se empezaron durante el año 1962 y continuaban las operaciones de perforación en 31 de diciembre.

De estos 25 sondeos, 17 dieron resultados negativos, por lo que a la presencia de hidrocarburos se refiere, y ocho cortaron indicios de diversas clases e importancia.

Las labores del tendido del gaseoducto de unos cinco kilómetros, que une uno de los pozos de CIEPSA en Castillo (Alava) con la factoría de «Esmañerías Alavesas» en Vitoria, debe estar terminado y en pruebas. Permitirá estudiar el rendimiento de las perforaciones de Castillo y la posibilidad de su explotación industrial a la vista de su producción y rentabilidad.

De las restantes siete compañías, que no han llevado a cabo labores de perforación, podemos resumir las siguientes actividades.

CIPSA y asociadas, una vez llevada a cabo la ampliación de la sociedad con la agregación de EURAFREP y obtenidos nuevos permisos de investigación, lleva a cabo actividades geológicas y geofísicas preparatorias de nuevas campañas de perforación.

INI-COPAREX, nueva asociación para la Península, realiza trabajos geológicos y geofísicos de preparación de la campaña de sondeos que ha de investigar los permisos concedidos dentro de la reserva del INI.

PAHOC (PANAMERICAN) realiza algunos reconocimientos geológicos y obtiene permisos para trasladar a la zona III (Sáhara) los remanentes de las inversiones comprometidas y no realizadas en la Península.

RICHFIELD y asociada informa de actividades geológicas.

SEPE (PETROFINA)-CIEPSA, nueva asociación en la Península para la explotación de permisos segregados de la primitiva asociación de CIEPSA, realiza investigaciones geológicas y geofísicas.

TIDEWATER y asociada no informa.

UNION y asociada lleva a cabo trabajos de geología y fotogeología.

Dos asociaciones nuevas, INI-COPAREX y SEPE-CIEPSA, entran en las investigaciones peninsulares, y otras cuatro modifican sus bases estatutarias.

CIPSA-DEUTSCHE SCHACHATBAU, mediante asociación con EURAFREP, ENPASA y EXPENSA, sustituyen a REPGA de su anterior asociación por REGAP.

RICHFIELD-CITIES SERVICE se asocian con PHILLIPS para algunos permisos.

Durante 1962 se confirma la concesión de los permisos de CIPSA e INI-COPAREX y se conceden otros nuevos a SIPSA y PHILLIPS. Por lo que se refiere a renuncias, CIEPSA-GULF tiene en tramitación la de un permiso, y PAHOC transfiere sus remanentes de inversión a los permisos del Sáhara.

En 1962, como se había previsto, disminuye algo la actividad en reconocimientos geológicos de superficie, sobre todo para las compañías ya actúantes, si bien el descenso se vio compensado por las actividades de las nuevas asociaciones. Continuaron intensamente los estudios geofísicos e incrementaron también las actividades de perforación.

Por lo que se refiere a 1963, creemos que se mantendrá el nivel de estudios geológicos y geofísicos y calculamos que incrementará ligeramente el número de perforaciones, que llegará quizás a 27, incluido el número de las que estaban comenzadas ya a finales de 1962.

B. ACTIVIDADES DE LAS COMPAÑÍAS

CAMPSA-AMOSPAIN (Amospain operadora).

Actividades geológicas.

De superficie, diecisiete meses-equipos.

De coordinación, diez meses-equipos.

De estudio de gabinete, diecinueve meses-equipos.

Actividades geofísicas.

Tres meses de trabajo en estudios de gabinete.

Gravimétricas.—Siete meses-equipos en los permisos del norte de Burgos. Por contrata con el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

Sísmicas.—Seis meses-equipos en los permisos del norte de Burgos. Por contrata con SEISMIC SERVICE LIMITED (SSL).

Aeromagnéticas.—Medio mes-equipos. No se menciona contratista.

Actividades de perforación

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
94	CAMPSA 15	Arnedo 1	30 mayo 1962	27 agosto 1962	1.576 m.
102	CAMPSA 16	Zamanzas A 1	26 septbre. 1962	1 dicbre. 1962	1.241 »

94. CAMPSA 15.—*Arnedo 1.*—En la provincia de Logroño, permiso de Arnedo. A unos 40 kilómetros al E.-SE. de Logroño, 01° 37' 34", longitud E. (Madrid, 00°) 42° 11' 58" latitud N.

Oligoceno (y ¿Cretácico?)	0- 833 m.
Jurásico Inferior	833- 952 m.
Carniolas	952-1.042 m.
Keuper	1.042-1.171 m.
Buntsandstein	1.171-1.510 m.
Carbonífero (?)	1.510-1.576 m.

No cortó indicios. Equipo OIL WELL 64-B, de CAMPSA. Perforado por CAMPSA.

102. CAMPSA 16.—*Zamanzas, A-1.*—En la provincia de Burgos, permiso de Ubierna, 00° 04' 39" longitud O. (Madrid, 00°) 42° 52' 03" latitud N.

Wealdense	0- 498 m
Jurásico	498-1.241 m.

Se cortaron indicios de hidrocarburos líquidos de poca importancia. Equipo OIL WELL 64-B de CAMPSA. Perforado por CAMPSA.

CIEPSA-SPANGOC-DEILMANN (Spangoc operadora).

Actividades geológicas.

ZONAS	CLASE DE TRABAJO	Meses Equipo
Vitoria...	Investigación geológica de superficie...	9
Cataluña...	Investigación geológica de superficie...	10

Fotogeología.—Se completó el estudio fotogeológico de todos los permisos de Vitoria y Cataluña, llevado a cabo por AERO-EXPLORATION de Frankfurt.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Uno y medio mes-equipos en la zona de Vitoria. No se menciona contratista.

Sísmicas de reflexión.—Tres y medio meses-equipos en la zona de Vitoria por contrato con el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA y SEISMOGRAPH SERVICE LTD.

Magnetométricas.—Un mes-equipos para completar los trabajos iniciados el año anterior en la zona de Vitoria, por contrato con el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
84	CIEPSA 21	Basella 1	3 novbre. 1961	8 mayo 1962	3.850 m.
85	CIEPSA 22	Antezana 1	15 dicbre. 1961	6 novbre. 1962	4.109 »
89	CIEPSA 23	Treviño 1004 E (22 E)	5 marzo 1962	29 abril 1962	645 »
91	CIEPSA 24	Treviño 1005 E (23 E)	2 mayo 1962	14 junio 1962	580 »
96	CIEPSA 25	Treviño 1006 E (23 E)	21 junio 1962	15 agosto 1962	717 »
98	CIEPSA 26	Sanahuja 1 (23)	19 julio 1962	↓	↓

84. CIEPSA 21.—*Basella 1.*—En la provincia de Lérida, zona de Solsona. 04° 59' 53" longitud E. (Madrid, 00°) 42° 01' 01" latitud N.

Oligoceno	0-1.030 m.	Conglomerados.
Oligoceno-Eoceno	1.030-1.600 m.	Areniscas y margas.
Eoceno	1.600-3.560 m.	Margas con calizas basales.
Cretáceo Superior	3.560-3.685 m.	Calizas y margas.
Paleozoico	3.685-3.850 m.	Arcillas metamórficas.

Cortó indicios de gas. Se llevó a cabo una prueba de producción. Equipo WIRT GH-900. No se menciona contratista.

85. CIEPSA 22.—*Antezana 1.*—En la provincia de Alava (zona de Puebla de Arganzón), 00° 48' 26" longitud E. (Madrid, 00°) 42° 46' 56" latitud N.

Terciario	0- 880 m.	Areniscas, conglomerados y margas.
Santonense	880-2.710 m.	Margas con calizas y dolomías intercaladas.
Turonense	2.710-3.305 m.	Margas y margocalizas.
Cenomanense	3.305-4.109 m.	Arcillas, calizas y cuarcitas.

Cortó indicios de gas. Se llevaron a cabo tres pruebas de producción. Equipo NATIONAL 110. No se menciona contratista.

89. CIEPSA 23.—*Treviño 1004 (21 E).*—En la provincia de Burgos, zona de Treviño. 00° 57' 48" longitud E. (Madrid, 00°) 42° 43' 49" latitud N. Sondeo estratigráfico.

Terciario	0-584 m.	Conglomerados, margas limosas y areniscas
Cretáceo (?)	584-645 m.	

No dio indicios. No se hicieron pruebas de producción. Equipo FAILING «ISSA». No se menciona contratista.

91. CIEPSA 24.—*Treviño 1005 (22 E).*—En la provincia de Burgos, zona de Treviño. 00° 56' 48" longitud E. (Madrid, 00°) 42° 45' 04" latitud N. Sondeo estratigráfico.

Terciario	0-418 m.	Conglomerados, margas limosas y areniscas.
Santonense	418-580 m.	Formación calizo margosa

Cortó indicios de petróleo. No se llevaron a cabo nuevas pruebas de producción. Equipo FAILING «ISSA». No se menciona contratista.

96. CIEPSA 25.—*Treviño 1006 (23 E).*—En la provincia de Burgos, zona de Treviño. 00° 56' 09" longitud E. (Madrid, 00°) 42° 44' 26" latitud N. Sondeo estratigráfico.

Terciario	0-717 m.	Conglomerados, margas limosas y areniscas.
-----------	----------	--

No cortó indicios. No se hicieron pruebas de producción. Equipo FAILING «ISSA». No se menciona contratista.

98. CIEPSA 26.—*Sanahuja 1 (23). ↓.*—En la provincia de Lérida, zona de Solsona. 05° 03' 40" longitud E. (Madrid, 00°) 41° 55' 30" latitud N.

Oligoceno	0-1.480	Conglomerados, areniscas y margas.
	1.480- ↓	Formaciones lacustres en paso a marinas en la base.

No cortó indicios hasta ahora. No se han hecho pruebas de producción. Equipo WIRTH GH-900. No se menciona contratista.

CPISA (Petroliera Ibérica-Deutsche Schachtbau-Eurafrep. (Cpisa operadora).

Actividades geológicas.—Veintinueve meses-equipos de trabajos geológicos de superficie en todos los permisos: veintiún meses-equipos de trabajos de coordinación

Actividades geofísicas.

Gravimétrica.—Cuatro meses-equipos en los permisos del Este. Por contrata con SEISMOS.

Sísmica de reflexión.—Doce meses-equipos en todos los permisos. Por contrata con PRANLA.

Actividades de perforación.—Ninguna.

E. N. P. A. S. A. (Snpa operadora).

Actividades geológicas.—Levantamiento de superficie en los permisos y áreas marginales de las zonas del Turbón (Huesca), Bisaurri (Huesca), Vich (Barcelona), Mieras (Gerona), Cordillera Ibérica y Bajo Aragón. Trabajos de síntesis y coordinación en los permisos de Huesca y Lérida en sus zonas meridionales, así como en Logroño.

Fotogeología.—Estudio de la zona de Logroño. Síntesis fotogeológica del Terciario continental de los permisos de Huesca y Lérida.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Recopilación y síntesis de resultados de la campaña del año anterior.

Sísmica de reflexión.—Veintitrés meses-equipos, con levantamiento de 1.226 kilómetros de perfiles en los permisos de Huesca y Lérida. Por contrata con la COMPAGNIE GÉNÉRALE GEOPHYSIQUE (C. G. G.). Cuatro meses-equipos con levantamiento de 222 kilómetros de perfiles en los permisos de Logroño. Por contrata con el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA y SEISMIC SERVICE LIMITED.

Un corto ensayo en el perímetro de Vich por contrata con PROLESA-LERICI.

Sísmica de refracción.—Una prueba de la eficacia del método (26 kilómetros de perfil) en los permisos de Huesca y Lérida. Por contrata con la COMPAGNIE GÉNÉRALE DE GEOPHYSIQUE (C. G. G.).

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
82	ENPASA 1	Ballobar 1	25 oct. 1961	21 junio 1962	3.450 m.
86	ENPASA 2	Juanetas 1	17 dicbre. 1961	14 julio 1962	1.477 »
97	ENPASA 3	Perafita 1	18 julio 1962	23 dicbre. 1962	2.862 »
100	ENPASA 4	Fraga 1	31 julio 1962	24 novbre. 1962	2.143 »
104	ENPASA 5	Lérida 1	3 dicbre. 1962	↓	↓ (en 31 dic. 1962 a 1.351 m.)

82. ENPASA 1.—*Ballobar 1.*—En la provincia de Huesca, al noroeste de Fraga, 03° 50' 16" longitud E. y 41° 33' 30" latitud N. En una estructura geofísica. Cortó las siguientes formaciones:

Terciario continental	0-1.094 m.	Margas arcillas, calizas y anhidritas.
Cretáceo inferior	1.094-1.249 m.	Calizas y margas
Jurásico	1.249-1.353 m.	Calizas.
Liásico	1.353-1.480 m.	Margas, calizas y dolomías
Infraliásico	1.480-1.765 m.	Dolomías y anhidritas.
Triásico	1.765-2.714 m.	Arcilla abigarrada, sal masiva, dolomías, arcillas rojas, areniscas y conglomerados.
Paleozoico	2.714-3.450 m.	Alternancia de «silt», dolomías y arcilla dolomítica negra, caliza de silt, arenisca de silt y pizarras negras.

No cortó indicios de importancia. Se llevaron a cabo siete pruebas de producción. La perforación, que fue muy difícil en la base del Trías y en el Paleozoico, se llevó a cabo con un equipo IDECO SUPER 7 × 11. por contrata con FOREX SONPETROL.

86. ENPASA 2.—*Juanetas 1.*—En la provincia de Gerona, al oeste de Olot, sobre el anticlinal de Juanetas, 06° 05' 50" longitud E. y 42° 06' 58" latitud N. Cortó las siguientes formaciones:

Luteciense e Ipresense	0-1.405 m.	Margas, dolomías, anhidritas y arcillas rojas con intercalaciones calizas.
Basamento	1.405-1.447 m.	Basamento granítico.

No cortó indicios de importancia. Se llevaron a cabo cuatro pruebas de producción. Se inició con un equipo FORAKY IX por contrato con la IBÉRICA DE SONDEOS. Más adelante, y debido a dificultades de operación, se cambió por un equipo más potente, un IDECO H-525, por contrata con FOREX-SONPETROL.

97. EXPASA 3.—*Perafita 1 y 1 bis.*—En la provincia de Barcelona y comarca de Vich. 05° 47' 56" longitud E. y 42° 03' 01" latitud N. Cortó las siguientes formaciones:

Terciario continental	0- 241 m.	Margas y areniscas rojas.
Bartonense, Luteciense e Ipresense	241-2.859 m.	Alternancia de margas y areniscas, hacia la base calizas y dolomías, arcillas rojas y abigarradas.
Basamento	2.859-2.862 m.	Basamento granítico.

Ningún indicio de interés. Ninguna prueba de producción. A profundidad de 686 metros, y como consecuencia de la rotura de la entubación de 13" 3/8 (7-8-62), hubo de interrumpirse el sondeo, que se trasladó a siete metros más allá y se continuó el 22-8-62, como sondeo de Perafita número 1 bis. Equipo IDECO SUPER 7 x 11 por contrata con FOREX-SONPETROL.

100. EXPASA 4.—*Fraga 1.*—En la provincia de Huesca y comarca de Fraga, 03° 54' 45" longitud E. y 41° 29' 19" latitud N. Cortó las siguientes formaciones:

Terciario continental	0-1.065 m.	Margas y calizas.
Paleoceno	1.065-1.095 m.	Calizas.
Cretáceo Superior	1.095-1.211 m.	Calizas y dolomías.
Triásico	1.211-2.106 m.	Arcillas y anhidritas con alternancia de calizas y dolomías. En la base areniscas con arcillas y conglomerados.
Paleozoico	2.106-2.143 m.	Arcilla pizarreña y silts grises.

Ningún indicio de interés. Cuatro pruebas de producción y un pistoneo. Equipo IDECO H-525 por contrata con FOREX SONPETROL.

104. EXPASA 5.—*Lérida 1.* ↓.—En la provincia de Lérida y comarca de su capital, 04° 19' 00" longitud E. y 41° 39' 00" latitud N. Cortó las siguientes formaciones:

Terciario continental	0-1.111 m.	Areniscas y arcillas, calizas y margas.
Indeterminado	1.111-1.117 m.	Margas rojas y verdes duras.
Cretáceo Superior	1.177-1.224 m.	Dolomías.
Indeterminado	1.244-1.351 m.	↓ Arcillas plásticas y areniscas.

No ha cortado, por ahora, indicios. Se han llevado a cabo, hasta el momento, dos pruebas de producción. Se perfora con equipo IDECO H-525 por contrata con FOREX-SONPETROL.

E. N. P. E. N. S. A. (Rap. operadora).

Actividades geológicas.—Cuarenta y cinco meses-equipos de levantamientos geológicos de detalle en el permiso A, y de cortes estratigráficos en los permisos A, B, C y E.

Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Veinticuatro meses-equipos en los permisos A, B, C y E. Por contrata con COMP. GEN. GEOPH. y con PROLESA.

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
80	EXPENSA 1	Aramayona 1	21 julio 1961	13 abril 1962	3.505 m.
93	EXPENSA 2	Sungüesa 1	9 mayo 1962		(a 4.109 m. en 31 dic. 1962)

80. EXPENSA 1.—*Aramayona 1.*—En la provincia de Alava, perímetro A, permiso de Elorrio, próximo a Villarreal de Alava, 01° 06' 15" longitud E. y 43° 41' 40" latitud N.

Supra Urgoniano	0- 260 m.	Margas pizarreñas negras, arcillosas y areniscosas.
Serie de Tellamendi	260- 317 m.	Margas arcillosas apizarradas.
Wealdense	317-2.488 m.	Arcillas y areniscas con intercalaciones calizas.
Neocomiense	2.488-3.027 m.	Arcillas, calizas, dolomías y areniscas.
Carbonífero	3.027-3.505 m.	Arcillas y areniscas o calizas.

No cortó indicios de importancia apreciable. Una prueba de producción en las areniscas del Wealdense, sin resultado positivo. Equipo EMSCO J. 1250, por contrata con R. A. P.

93. ENPENSA 2.—*Sangüesa 1.* ↓.—En la provincia de Navarra, perímetro B, comarca de Sangüesa. 02° 23' 52" longitud E. y 42° 35' 08" latitud N.

En 31 de diciembre de 1962 estaba a 4.109 metros y continuaba la perforación. Cortó las siguientes formaciones:

Oligoceno	0-3.285 m.	Margas y areniscas.
Eoceno	3.285-3.577 m.	Calizas, arcillas y areniscas.
?	3.577-3.618 m	Conglomerados.
Permotrias	3.618 ↓ (a 4.109 m. en 31-12-62)	Areniscas y arcillas.

Cortó agua salada y puso de manifiesto una débil presencia de gas. Pruebas D. S. T. en el Eoceno y en el Permo Triás. Equipo EMSCO J. 1250 por contrata con R. A. P.

ESSO IBERIA

Actividades geológicas.—Veintiséis meses-equipos de estudios de los cuales dos por contrata con GEOMAP, el resto por los geólogos de la compañía. Se repartieron en catorce meses-equipos de trabajos de superficie, ocho meses-equipos de trabajos de coordinación y cuatro meses-equipos de fotogeología.

Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Doce meses-equipos por un equipo de la compañía en las concesiones de Cataluña y Navarra; cuatro meses-equipos en los permisos de Navarra con un equipo de ASSL.

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
92	ESSO 1	Castelfullit 1	9 mayo 1962	20 julio 1962	2.450 m.
99	ESSO 2	Guisona 1	28 julio 1962	19 octubre 1962	3.225 »
103	ESSO 3	Senant 1	28 oct. 1962	3 dicbre. 1962	1.652 »
105	ESSO 4	Pinos 1	12 dicbre. 1962	↓	↓ (a 590 m. en 31 dic. 1962)

92. Esso 1.—*Castelfullit 1*—En la provincia de Barcelona, al oeste de Manresa, 05° 22' 18" longitud E. (Madrid, 00°) 41° 39' 32" latitud N. Terminó a profundidad de 2.450 metros. Resultado negativo. Equipo NATIONAL 80 B. Por contrata con HOLLANDSE BOORMAATSCHAPPIJ.

99. Esso 2.—*Guisona 1.*—En la provincia de Lérida, al norte de Cervera. 04° 55' 58" longitud E. (Madrid, 00°) y 41° 48' 53" latitud N. Terminó a profundidad de 3.225 metros. Resultado negativo. Equipo NATIONAL 80 B. Por contrata con HOLLANDSE BOORMAATSCHAPPIJ.

103. Esso 3.—*Senant 1.*—En la provincia de Tarragona, al NO. de Montblanch. 04° 48' 45" longitud E. (Madrid, 00°) y 41° 28' 27" latitud N. Terminó a profundidad de 1.652 metros. Resultado negativo. Equipo NATIONAL 80 B. Por contrata con HOLLANDSE BOORMAATSCHAPPIJ.

105.—Esso 4.—*Pinos 1.* ↓.—En la provincia de Lérida, al NE. de Cervera. 05° 11' 37" longitud E. (Madrid, 00°) y 41° 48' 39" latitud N. En 31 de diciembre de 1962 continuaba la perforación a una profundidad de 590 metros. Equipo NATIONAL 80 B, Por contrata con HOLLANDSE BOORMAATSCHAPPIJ.

INI-COPAREX (Coparex operadora).

ZONAS	CLASES DE TRABAJO	Meses equipo
Cinctorres	Reconocimiento general a escala 1:50.000. Detallado de la estructura de Cinctorres.	5
Villafranca	Reconocimiento general y un corte estructural del permiso	3
Cañada	Reconocimiento general detallado de la estructura de San Victor y Milano	3
Milano	Reconocimiento general y un corte estructural a través del permiso	4
Arén	Reconocimiento general estratigráfico y estructural	3 1/4
La Guardia de Ares	Reconocimiento general estratigráfico y estructural	3/4
Laredo	Reconocimiento general. Estudio detallado del anticlinal de Castro Urdiales	2

Fotogeología.—Un mes-fotogeólogo del detalle de la estructura de Cincorres; un mes-fotogeólogo del conjunto del permiso de Laredo

Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Un mes-equipó en el detalle de la estructura de Cincorres por contrata con PROLESA (LERICI).

Actividades de perforación.—Ninguna.

PAHOC (Panamerican).

Actividades geológicas.—Seis meses-equipó en trabajos de superficie y coordinación con equipos propios. Tres meses-equipó de trabajos de superficie por contrata con el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

PHILLIPS.

Actividades geológicas.—Seis meses-equipó de trabajos de superficie. Seis meses de trabajos de coordinación.

Fotogeología.—Tres meses de estudios.

Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Seis y medio meses-equipó, de los cuales cuatro y medio por contrata con SEISMIC SERV. CORP. y dos con UNITED GEOPHYSICAL CORP.

Actividades de perforación

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
88	PHILLIPS 1	Don Juan 1	7 enero 1962	6 mayo 1962	1.545 m.
95	PHILLIPS 2	Río Franco 1	3 junio 1962	21 agosto 1962	2.325 »
101	PHILLIPS 3	Alcozar 1	16 septbre. 1962	↓	↓

88. PHILLIPS 1.—*Don Juan 1.*—En la provincia de Palencia, permiso de Fombellida. 00° 23' 35,07" longitud O. (Madrid, 00°) y 41° 49' 04,2" latitud N. Atravesó formaciones terciarias y margas arenas y carbonatos mesozoicos

para terminar en metamórficas del Paleozoico a la profundidad de 1.545 metros. Resultado negativo. No cortó indicios. No se llevaron a cabo pruebas. Equipo ROTARY, por contrata con la CIE LANGUEDOCIENNE.

95. PHILLIPS 2.—*Río Franco 1.*—En la provincia de Palencia, permiso de Palenzuela. 00° 21' 57" longitud O. (Madrid, 00°) y 41° 59' 03" latitud N.

Cortó las mismas formaciones que Don Juan 1 para terminar a los 2.325 metros en el Paleozoico metamórfico. Resultado negativo. No cortó indicios de ninguna clase. No se realizaron pruebas. Equipo ROTARY, por contrata con la CIE LANGUEDOCIENNE.

101. PHILLIPS 3.—*Alcozar 1.* ↓.—En la provincia de Soria, permiso de Langa. 00° 19' 51,2" longitud E. (Madrid, 00°) y 41° 37' 47,6" latitud N.

Cortó las mismas formaciones que los dos sondeos anteriores. La perforación continuaba en 31 de diciembre de 1962

RICHFIELD-CITIES SERVICE (Richfield operadora).

Actividades geológicas.—Un mes-equipó en diversas zonas de la Península.

Actividades geofísicas.—Ninguna.

Actividades de perforación.—Ninguna.

SEPE (Petrofina)-CIEPSA (Petrofina operadora).

Actividades geológicas.—Tres meses-equipó en reconocimientos en Andalucía; tres meses-equipó y dos meses un segundo equipo de trabajos de campo en los permisos «Oliana», «Prats de Lusanés» y «Berga»; dos meses-equipó de trabajos de campo en el permiso de Bilbao.

Actividades geofísicas.—Dos meses-equipó de trabajos de reinterpretación en el despacho.

Actividades de perforación.—Ninguna.

SIPSA.

Actividades geológicas.—Seis meses-equipó de trabajo de superficie y un mes-equipó de trabajos de coordinación.

Fotogeología.—Un mes-equipos de estudio estratigráfico y estructural en los permisos Montserrat y Olot. No se menciona casa contratista.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Un mes-equipos en el permiso Pennsylvania por contrato con PROLESA.

Sísmicas de reflexión.—Dos y medio equipos mes en el permiso Pennsylvania por contrato con PROLESA.

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
87	1 (?)	Gerona 1	21 novbre. 1960	14 marzo 1962	1.668 m.
90	2 (?)	Gerona 2	24 abril 1962	↓	↓ (1.650 m. en 31 dic. 1962)

87. SIPSA 1 (?).—*Gerona 1*—En la provincia de Gerona, cerca de Vilopriu, al NE. de Gerona y E. de Bañolas, 06° 41' 15" longitud E. y 42° 06' 20" latitud N.

Eoceno	0- 100 m.	Facies continental
	100- 300 m.	Facies marinas, margas pizarreñas, conglomerados.
	300- 400 m.	Areniscas marinas.
	400- 500 m.	Margas, escasos elementos clásticos.
	500- 600 m.	Continental intermedio.
	600- 700 m.	Areniscas ricas en fósiles.
	700-1.200 m.	Marga: pizarreñas color gris oscuro.
	1.200-1.400 m.	Anhidritas.
Paleoceno	1.400-1.473 m.	Calizas fosilíferas.
	1.473-1.668 m.	

Notables cantidades de gas emulsionado en agua. Rocas almacén en las calizas lutecienses y en un tramo de nueve metros en dolomías cavernosas del Paleoceno, con porosidades elevadas. Aguas sulfhídricas en las calizas lutecienses y CO₂, C₁, C₂ y C₃ en las dolomías con fuertes golpes de gas. Ensayos de registro eléctrico, microrregistro y pruebas *packer* que ponen de manifiesto la gran permeabilidad de las dolomías.

Equipos WIRTH-CARDWELL luego IDECO por contrata con PERGEO S. p. A. de Milán.

90. SIPSA 2 (?).—*Gerona 2.*—↓.—En la provincia de Gerona, localidad de Garrigolas, al NE. de Gerona, entre Vilopriu y Ampurias 06° 41' 30" longitud E. y 42° 05' 32" de latitud N. En 31 de diciembre de 1962 tenía una profundidad de 1.650 metros y proseguía la perforación.

Eoceno	0-1.500 m.	Formaciones análogas a las de Gerona 1.
Paleoceno (?)	500-1.650 m. ↓	Los 397 metros más bajos en formación de areniscas rojas alternantes con cuarcitas y pizarras metamórficas de edad aún no determinada.

Gas metano abundante en varios golpes. Catorce niveles de rocas depósito sumando 38 metros con porosidad media de 17 por 100 según el registro neutrónico. Repetidas afluencias violentas de metano entre 11 y 45 por 100 en los lodos, según el registro *Prakla*. Se han llevado a cabo ensayos de registro eléctrico, registro microlateral, rayos gamma y registros neutrónico y sónico.

Se practicaron ensayos packer en seis de los catorce niveles; cinco de ellos produjeron H₂O, CO₂, C₁, C₂ y C₃, produciendo espontáneamente cantidades interesantes. Efuipo IDECO por contrata con PERGEO S. p. A. de Milán.

TIDEWATER-SOHIO (Tidewater operadora).

Actividades geológicas.—No informa.

Actividades geofísicas.—No informa.

Actividades de perforación.—Ninguna.

UNION-IBERICA DE PETROLEOS (Unión operadora).

Actividades geológicas.—Cinco meses-equipos de estudios geológicos de superficie en los permisos de Murcia, Córdoba y Sevilla. Estudios de coordinación.

Fotogeología.—Cuatro meses-equipos de interpretación fotogeológica de los permisos por contrata con MARTIN PHOTOGEOLOGIC SURVEYS y por el propio personal de la compañía.

Actividades geofísicas.—Ninguna.

Actividades de perforación.—Ninguna.

VALDEBRO (Ini-Gao) Valdebro operadora).

Actividades geológicas.

ZONAS	CLASE DE TRABAJO	Meses equipo
Permiso «Santander»	Estudios regionales, especialmente de espesores, facies y correlaciones con otros sondeos. Desmuestreo para la estratigrafía fina del Cretáceo Inferior con su estudio micropaleontológico. Estudio de ubicación de un posible sondeo en el anticlinal de Ajo-Noja	4
Permiso «Pamplona»	Estudio de detalle de la zona norte entre Noain y Orcoyen	1
Permiso «Pamplona Sur»	Estudio de las muestras obtenidas en el sondeo Pamplona Sur núm. 1 (33) y correlación detallada con la superficie y cortes sísmicos. Posibilidades del Paleozoico de la zona. Estudio de detalle de la potencia y litología del Cretáceo Inferior.	1
Permiso «Monegros»	Estudio de detalle, estratigráfico y estructural de la zona de Margalef	1
Permiso «Oeste de Barbastro y Tamarite»	Terminación de campaña con estudio semi-detallado de la concesión	2
Permiso «Cerro Gordo»	Estudio de detalle, estratigráfico y estructural del anticlinal de Manilsa. Relaciones Mesozoico-Paleozoico y posibilidades de este último	2
General	En gabinete reinterpretación general de datos y experiencia acumulada y correlación con los de compañías vecinas. Trabajos geológicos de campo y gabinete por contrato con DEMAC INC (DE GOLYER AND MAC NAUGHTON) hasta 31 de agosto por personal propio a partir de entonces.	
Fotogeología	Estudio e interpretación de la zona Berga-Manresa, para preparación de los estudios de campo y correlación entre las zonas de Puigreig y Berga. Preparación en el campo por contrato con GEOPHOTO.	

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Dos meses-equipo y 1.004 estaciones en el permiso «Zaragoza Oeste, Zaragoza Zuera» para concluir una campaña iniciada el año anterior.

Reinterpretación de los datos de campañas anteriores y correlación con los de otras compañías en los permisos «Barbastro Oeste», «Tamarite», «Logroño Sur», «Pamplona» y «Pamplona Sur».

Sísmica.—Dos meses-equipo con 111 perforaciones, 12.000 metros de perforación, 97 perfiles en 38.814 metros del permiso «Santander».

Reinterpretación y coordinación con otras compañías de resultados previos en las concesiones «Santander», «Retuerta», «Lodosa», «Belorado», «Logroño Sur», «Tarazona Oeste», «Zaragoza», «Monegros», «Barbastro Oeste», «Vejer» y «Cerro Gordo».

Actividades de perforación

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
81	VALDEBRO 33	Pamplona Sur 1	15 septbre. 1961	21 enero 1962	2.457 m.

81. VALDEBRO 33.—*Pamplona Sur 1.*—En la provincia de Navarra, a once kilómetros al SE. de Pamplona, y cinco kilómetros al N. de la cima de la sierra de Alaiz. 02° 06' 23" longitud E y 42° 43' 40" latitud N.

Eoceno	0- 751 m.	Margas y calizas
Paleoceno	751- 806 m.	Dolomías.
Cretáceo	806-1.592 m.	Calizas, limolitas, areniscas y margas.
Liásico	1.592-1.886 m.	Limolitas, dolomías y anhidritas.
Keuper (?)	1.886-1.923 m.	Dolomías de diversas tonalidades y arcillas abigarradas y yesíferas.
Keuper (?)	1.923-2.266 m.	Sal pura, que llegó a constituir el 100 por 100 de la formación.
Keuper (?)	2.266-2.457 m.	Alternancia de arcillas abigarradas, yeso y sal (Infralías ?) (Triásico ?)

Cortó indicios de hidrocarburos entre 1.879 y 1.886 metros en fracturas de las que fluye el petróleo con buena fluorescencia, disolubilidad y olor, aunque en muy pequeña cantidad. Se llevaron a cabo dos pruebas de producción y de registro eléctrico, microrregistro, medida de buzamientos y

registro sónico. Equipo Emsco J-1100 de propiedad y operado por personal propio.

A N E X O

Gracias a la amabilidad de D. M. de Orovio, de LECSA y SIPSA, hemos podido reunir información acerca de las compañías concesionarias de permisos en el NE. de la región catalana, de las que ofrecemos un brevísimo historial, del que hemos tenido conocimiento una vez completado el informe

En 1951 se creó la sociedad PETRÓLEOS ESPAÑOLES, S. A. (PESA), con capital privado, que solicitó y obtuvo los permisos denominados «Pennsylvania» y «Montserrat».

PESA llevó a cabo dos sondeos, La Bisbal 1, en 1952, y Vallfogona 1, en 1956.

En 1959, la Sociedad LECSA solicitó y obtuvo los permisos «Ampurdán» y «Orba», los más orientales de la Península, lindante este último con el Mediterráneo. LECSA llevó a cabo los sondeos Orba 1 (1954), Orba 2 (1956), Ampurdán 1 (1958), Ampurdán 2 (1961) y tiene en curso de ejecución Ampurdán 3 (1962).

En 1959 se creó la Sociedad Investigaciones Petrolíferas, S. A. (SIPSA), con capital privado, al igual que las anteriores, que absorbió a PESA y pidió los nuevos permisos de investigación «Montserrat» y «Olot». El permiso «Pennsylvania» se delimitó nuevamente. SIPSA llevó a cabo los sondeos Fallinas (1960, estratigráfico), Gerona 1 (1960) y Gerona 2. (1962, en curso de perforación).

LECSA

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
	LECSA 1	Orba 1 (Riumors)	Marzo 1953	Abril 1954	605 m.
	LECSA 2	Orba 2 (La Escala)	Junio 1956	13 mayo 1958	656 »
	LECSA 3	Ampurdán 1 (Collell)	Junio 1958	22 febrero 1960	585 »
	LECSA 4	Ampurdán 2 (Collell)	5 marzo 1961	30 novbre. 1961	1.073 »
	LECSA 5	Ampurdán 3 (El Torn)	Enero 1962	↓	↓
					(a 363 m. en marzo 1963)

LECSA 1.—*Orba 1*.—En la provincia de Gerona, a 150 m. antes del cruce de la carretera de Figueras a la La Escala con la local de Riumors, según se viene de Figueras, y a 50 m. a la derecha de la carretera, 06° 42' 40" longitud E. y 42° 12' 30" latitud N.

Cortó solamente Plioceno en toda la profundidad del sondeo. Por contrata con SÁNCHEZ MADRID, a testigo continuo.

LECSA 2.—*Orba 2*.—En la provincia de Gerona, zona de La Escala, sobre la Punta de Milá, a 6 km. de La Escala por la pista militar, 06° 51' 50" longitud E. y 42° 05' 10" latitud N.

El sondeo se inició en el Cretáceo medio y terminó en el Jurásico. Lo realizó LECSA con su propia máquina y a testigo continuo.

LECSA 3.—*Ampurdán 1*.—En la provincia de Gerona, entre Bañolas y Olot, 100 m. al N. del km. 4 de la carretera que conduce de San Miguel de Campmajor al Collell, 06° 21' 05" longitud E. y 42° 09' 00" latitud N.

Luteciense	0-237 m.	Margas azules de Bañolas.
	237-450 m.	Anhidritas con algunas intercalaciones de margas.
	450-510 m.	Calizas con nummulites.
	510-530 m.	Calizas grises con assilinas.
	530-540 m.	Calizas grises con abundantes alveolinas.
	540-570 m.	Calizas con alveolinas y nummulites.
	570-585 m.	Calizas con nummulites abundantes y alveolinas.

De los 540 a los 570 m. pérdidas de circulación en formaciones muy cavernosas. Algunas grietas con asfalto sólido. Se realizó por LECSA con su propia máquina y a testigo continuo.

LECSA 4.—*Ampurdán 2*.—En la provincia de Gerona, próximo al Ampurdán 1. A 50 m. al E. del km. 3.600 de la misma carretera, 06° 21' 20" longitud E. y 42° 08' 55" latitud N.

Luteciense	0- 204 m.	Margas azules de Bañolas.
	204- 496 m.	Margas grises con anhidritas y anhita.
	496- 661 m.	Caliza gris con alveolinas, nummulites y orthopragminas.

Paleoceno	661- 670 m.	Marga gris oscura arcillosa.
	670- 770 m.	Niveles detriticos rojos, conglomeráticos y areniscosos, con arcillas y alguna hilada de calizas con miliolidos y alveolinas.
	770- 876 m.	Calizas detríticas.
	876- 885 m.	Calizas fosilíferas con margas.
	885- 937 m.	Arcillas y areniscas rojas.
Substrato de edad indeterminada	937-1.073 m	Pizarras con intercalaciones de cuarcitas blancas.

Entre 553 y 661 m. pérdida total de circulación. A 554 m. impregnaciones de hidrocarburos líquidos. A 649 m. asfalto seco en las grietas. A 876 m. de nuevo asfalto seco. Por contrata con PERGEO.

LECSA 5.—*Ampurdán 3.* ↓.—En la provincia de Gerona, zona entre Bañolas y Olot, a 1.200 m. de El Torn, junto al río Sert, orilla derecha 06° 21' 00" longitud E. y 42° 09' 55" latitud N. Cortó las siguientes formaciones:

Luteciense	0-220 m.	Margas azules de Bañolas.
	220-481 m.	Anhidritas con alternancias de margas.
	481-510 m.	Calizas.
	510- ↓	Calizas.

Por contrata con IBÉRICA DE SONDEOS. Desde los 510 m. hay pérdidas de circulación que cesan a los 534 m. Se entuba. LECSA se hace cargo del sondeo con sus propios elementos. Se reanuda la perforación en noviembre de 1962 y continúa al terminar el año.

PESA.

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
	PESA 1	La Bisbal 1	1 marzo 1952	18 novbre. 1952	639,5 m.
	PESA 2	Vallfogona 1	25 sepbre. 1956	7 julio 1959	908 "

PESA 1.—*La Bisbal 1.*—En la provincia de Gerona, permiso Pennsylvania, cerca de La Bisbal. Atravesó las siguientes formaciones:

Cuaternario	0- 8 m.	Acarreos.
Luteciense	8-489 m.	Margas de Bañolas.
Luteciense Medio	489-557 m.	Areniscas y margas azules detríticas con pasadas de calizas con globigerinas.
Luteciense Inferior	557-605 m.	Calizas con nummulites, alternantes con margas.
	605-612 m.	Paso de accidente tectónico con trituración.

Substrato de edad indeterminada 612-639,5 m. Pizarras sericíticas con vetas de cuarzo.

En el Luteciense Inferior 48 m. de calizas y margas con impregnaciones de asfalto. En la fractura, indicios de petróleo líquido.

PESA 2.—*Vallfogona 1.*—Entre Ripoll y Olot, en la provincia de Gerona, comarca de Vallfogona, permiso de «Montserrat» sobre anticlinal en superficie en zona rica en indicios. Cortó las siguientes formaciones:

Cuaternario	0- 9 m.	Aluviones.
Luteciense	9-372 m.	Yesos en masa alternantes con margas azules (de Bañolas).
	372-450 m.	Sal común, anhidritas y margas.
	450-793 m.	Anhidritas, maciños y margas azules (de Bañolas).
	793-908 m.	Maciños de Campdevanol.

Perforado por PESA, con equipo propio. Indicios de gas y de petróleo.

SIPSA.—*Actividades de perforación.*—Además de las ya mencionadas (Gerona 1 y Gerona 2), parece ser que SIPSA perforó en 1960 el sondeo de Fallinas, dentro del permiso Pennsylvania, el cual alcanzó la profundidad de 401 metros sin salir del Plioceno. Se planeó como sondeo estratigráfico con la misión de medir el recubrimiento del Eoceno, sin llegar a atravesarlo en su totalidad. El sondeo de Fallinas ubica en la provincia de Gerona, al NE. de la capital, en término de Viladasens, y se sitúa al O. de los sondeos Gerona 1 y Gerona 2.

C. NUEVAS ASOCIACIONES DURANTE 1962

COMPAÑIAS Y ASOCIACIONES	Operadora
CPISA, DEUTSCHE SCHACHTBAU, EURAFREP (Ampliación de capital a 180.000.000 pesetas. EURAFREP se suma a la anterior asociación.)	CPISA
ENPASA (INI, PETROREP, RAP, SNPA y REGAP) (REGAP sustituye a REPGA de la anterior asociación).	SNPA
ENPENSA (INI, PETROREP, RAP, SNPA y REGAP) (REGAP sustituye a REPGA de la anterior asociación).	RAP
INI-COPAREX-(INI-COPAREX ESPAÑOLA).	COPAREX
PHILLIPS, RICHFIELD, CITIES SERVICE Para los permisos 67, 68 y 69 en la zona de Huesca (Phillips 50 %, Richfield 25 %, Spain Cities Service 25 %). Antigua asociación Richfield 50 %, Spain Cities Service 50 %.	PHILLIPS
SEPE-(PETROFINA)-CIEPSA (SEPE sustituye a DEIMANN y SPANGOC en su asociación con CIEPSA en los permisos «Bilbao», «Oliana», «Prats de Llusanés», «Berga», con participación de 50 %.) En trámite durante 1962.	CIEPSA

D. NUEVOS PERMISOS DURANTE 1962

Nombre de las Compañías	Superficie en Has.	Fecha de publicación en el B. O.	Z O N A
CPISA.....	18.036	26 abril 1960	Permiso de «Arceniega» (Burgos, Alava, Vizcaya).
	12.248	»	Permiso de «Carranza» (Vizcaya, Burgos, Santander).
	33.583	»	Permiso de «Trucios» (Vizcaya, Santander).
	10.005	»	Permiso de «Santurce» (Vizcaya).
	30.051	»	Permiso de «Bermeo» (Vizcaya).
	22.472	»	Permiso de «Bilbao» (Vizcaya).
	42.369	»	Permiso de «Betelu» (Guipúzcoa y Navarra).
	42.369	»	Permiso de «Iruizun» (Navarra).
	40.107	»	Permiso de «Lanz» (Navarra).
	42.131	»	Permiso de «Roncesvalles» (Navarra).
	41.036	»	Permiso de «Orbaiceta» (Navarra).
	10.506	»	Permiso de «Ordunte» (Alava, Santander, Vizcaya, Burgos).

(Todos estos permisos fueron concedidos en 26 de abril de 1960, pero su aprobación definitiva no tuvo lugar hasta el 23 de junio de 1962.)

Nombre de la Compañía	Superficie en Has.	Fecha de publicación en el B. O.	Z O N A
INI-COPAREX.....	40.120	9 oct. 1962	Permiso de «Cinctorres» (Castellón de la Plana, Teruel).
	32.909	»	Permiso de «Villafranca» (Castellón de la Plana, Teruel).
	32.818	»	Permiso de «Cañada» (Teruel).
	40.211	»	Permiso de «Milano» (Teruel).
	41.125	»	Permiso de «Arén» (Lérida, Huesca).
	41.125	»	Permiso de «La Guardia de Ares» (Lérida).
PHILLIPS.....	10.000	»	Permiso de «Laredo» (Santander).
	40.433	1 dic. 1962	Area de Jaca.
	40.519	»	Area de Jaca.
SIPSA.....	40.465	»	Area de Jaca.
	41.746	19 oct. 1962	Permiso «Onzonilla» (León)
SIPSA.....	40.615	»	Permiso «Valencia de Don Juan» (León).
	40.723	»	Permiso «Mayorga» (León, Valladolid).
	41.237	»	Permiso «Villalón de Campos» (Valladolid).

E. RENUNCIAS O ALTERACIONES EN LAS CONCESIONES DURANTE 1962

Nombre de la Compañía	Superficie renunciada o alterada	Fecha de publicación en el B. O.	Z O N A
CIEPSA-GULF	22.627 Ha.	En tramitación.	Permiso de Villarcayo y Valdivielso.
FAHOC (Pan-American).	Transferencia a la zona III de las inversiones no realizadas en la Península.		Transferencia de la zona I a la zona III de las inversiones no realizadas en la Península.
PHILLIPS-RICHFIELD-CITIES-SERVICE.....	Asociadas para los permisos 67, 68 y 69.		Zona de Huesca.
SEPE (PETROFINA)-CIEPSA.	Asociadas para los permisos «Bilbao», «Oliana», «Prats de Llusanés» y «Berga».	En tramitación.	Zonas de Bilbao, Lérida y Barcelona.

F. COMPAÑÍAS CONTRATISTAS DURANTE 1962

CONTRATANTE	CONTRATISTA			
	Geología o Foto-geología	Geofísica	Sondeos	Equipo
CAMPSA-AMOSPAIN	—	INSTITUTO GEOLÓGICO-SEISMIC SERVICE LTD.	CAMPSA	OIL WELL 64 B
CIEPSA-SPANGOC-DEILMANN	AEROEXPLORATION	INSTITUTO GEOLÓGICO-SEISMOGRAPH SERVICE LTD.	—	WIRTH GH 900 NATIONAL 110 FAILING ISSA
CPISA	—	SEISMOS PRAKLA		+
ENPASA	—	COMPAGNIE GENERALE GEOPHISIQUE (C. G. G.) INSTITUTO GEOLÓGICO SEISMIC SERVICE LTD. PROLESA-LERICI	FOREX-SONPETROL	IDECO SUPER 7 x 11 IDECO H 525
ENPENSA	—	COMPAGNIE GENERAL GEOPHISIQUE (C. G. G.) PROLESA-LERICI	RAP	EMSCO J 1.250
ESSO	GEOMAP		HOLLANDSE BOOR- MAATSCHPPIJ	NATIONAL 80 B
INI-COPAREX	—	PROLESA-LERICI	+	+
PAHOC	INST. GEOLÓGICO	+	+	+
PHILLIPS	—	SEISMIC SERVICE CORP UNITED GEOPHISICAL CORP	LANGUEDOCIENNE	ROTARY
RICHFIELD	—	—	+	+
SEPE (PETROFINA)-CIEPSA	—	—	+	+
SIPSA	—	PROLESA	PERGEO	WIRTH-CARDWELL IDECO
TIDEWATER	—	—	+	+
UNION-IBÉRICA DE PETRÓ- LEOS	MARTIN PHOTO- GEOLOGIC SUR- VEYS	+	+	+
VALDEBRO	DE GOLYER AND MAC NAUGHTON GEOPHOTO	—	VALDEBRO	EMSCO J-4100

— Quiere decir indistintamente que ha hecho el trabajo por sí misma o que no ha suministrado información.

+ Quiere decir que no ha tenido actividad de esa clase

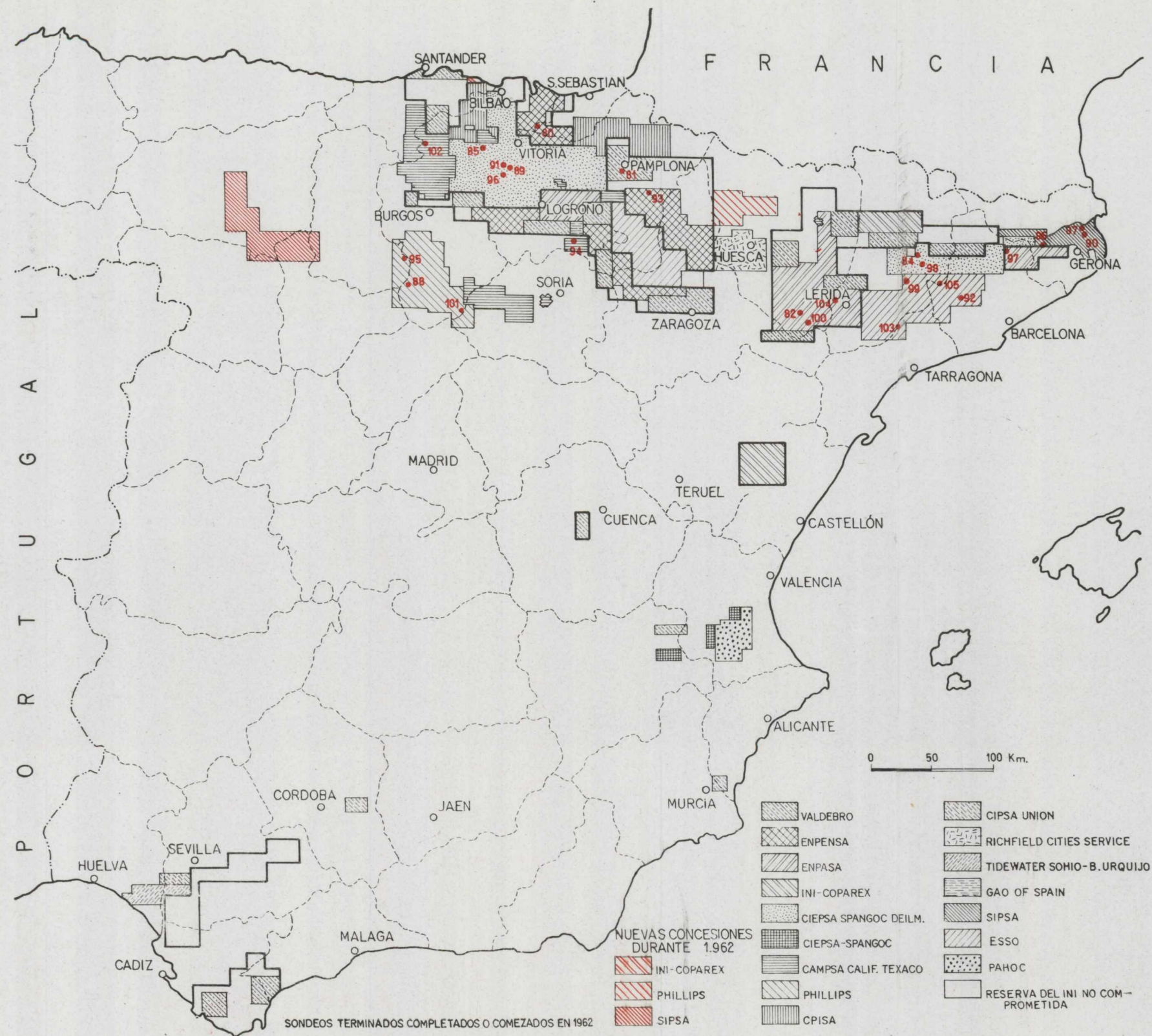
G. DESIGNACIONES Y AFILIACIONES DE LAS COMPAÑÍAS

Nombre abreviado	Nombre completo	Afiliaciones y actividades principales
COPAREX	Cie. de Participation de Recherches et d'Exploration Pétrolière.	Es una asociación de potentes sociedades financieras francesas que participan, casi siempre asociadas con otras compañías, en la investigación de petróleos en Francia y en el Sáhara.
REGAP	Recherches et Exploitations de Gas et de Pétrole.	Compañía francesa afiliada, como REGPA a la que sustituye, al grupo Schneider.
SEPE	Société d'Exploitation des Pétroles Français.	Filial del consorcio belga PETROFINA, da actividades mundiales.

H. RELACIÓN DE SONDEOS POR COMPAÑÍAS

Num. de orden de la Compañía	Num. de orden general	S O N D E O	Coordenadas	Iniciado	Terminado	Profundidad en metros	RESULTADO
CAMPSA-AMOSPAIN (AMOSPAIN OPERADORA)							
15	94	Arnedo 1	01° 37' 34" E. 42° 11' 58" N.	30- 5-1962	27- 8-1962	1.576	Negativo
16	102	Zamanzas A 1	00° 04' 39" O. 42° 52' 03" N.	26- 9-1962	1-12-1962	1.241	Indicios l.
CIEPSA-SPANGOC-DEILMANN (SPANGOC OPERADORA)							
21	84	Basella 1	04° 59' 33" E. 42° 01' 01" N.	3-11-1961	8- 5-1962	3.850	Indicios g.
22	85	Antezana 1	00° 48' 26" E. 42° 46' 56" N.	15-12-1961	6-11-1962	4.109	Indicios g.
23	89	Treviño 1004 E (22 E)	00° 57' 48" E. 42° 43' 49" N.	5- 3-1962	29- 3-1962	645	Negativo
24	91	Treviño 1005 E (23 E)	00° 56' 48" E. 42° 45' 04" N.	2- 5-1962	14- 6-1962	580	Indicios l.
25	96	Treviño 1006 E (23 E)	00° 56' 09" E. 42° 44' 26" N.	21- 6-1962	15- 8-1962	717	Negativo
26	98	Sanahuja 1 (23)	05° 03' 40" E. 41° 55' 30" N.	19- 7-1962	↓	↓	
E N P A S A							
1	82	Ballobar 1	03° 50' 16" E. 41° 33' 30" N.	25-10-1961	21- 7-1962	3.450	Negativo
2	86	Juanetas 1	06° 05' 50" E. 42° 06' 58" N.	17-12-1961	14- 7-1962	1.477	Negativo

Núm. de orden de la Compañía	Núm. de orden general	SONDEO	Coordenadas	Iniciado	Terminado	Profundidad en metros	RESULTADO
3	97	Parafita 1	05° 47' 56" E. 42° 03' 01" N.	18- 7-1962	23-12-1962	2.862	Negativo
4	100	Fraga 1	03° 54' 45" E. 41° 29' 19" N.	31- 7-1962	24-11-1962	2.143	Negativo
5	104	Lérida	04° 19' 00" E. 41° 39' 00" N.	3-12-1962	↓	↓	
E N P E N S A							
1	80	Aramayona 1	01° 06' 15" E. 43° 01' 40" N.	21- 7-1961	13- 3-1962	3.505	Negativo
2	93	Sangüesa 1	02° 23' 52" E. 42° 35' 08" N.	9- 5-1961	↓	↓	Indicios
E S S O I B E R I A							
1	92	Castellfulla 1	05° 22' 18" E. 41° 39' 32" N.	9- 5-1962	20- 7-1962	2.450	Negativo
2	99	Guisena	04° 55' 58" E. 41° 48' 53" N.	28-7-1962	19-10-1962	3.225	Negativo
3	103	Senant	04° 48' 45" E. 41° 28' 27" N.	28-10-1962	3-12-1962	1.652	Negativo
4	105	Bios 1	05° 11' 37" E. 41° 48' 39" N.	12-12-1962	↓	↓	Negativo
						(en dic. 962 cont. a 590 m.)	
P H I L L I P S							
1	88	Don Juan 1	00° 23' 35,07" O. 41° 49' 04,2" N.	7- 1-1962	6- 5-1962	1.545	Negativo
2	95	Río Franco 1	00° 21' 57" O. 41° 59' 03" N.	3- 6-1962	21- 8-1962	2.325	Negativo
3	101	Alcozar 1	00° 19' 51,2" E. 41° 37' 47,6" N.	16- 9-1962	↓	↓	
S I P S A							
1	87	Gerona 1	06° 41' 15" E. 42° 06' 20" N.	21-11-1960	14- 3-1962	1.668	g. g. g.
2	90	Gerona 2	06° 41' 30" E. 42° 05' 32" N.	24- 3-1962	↓	↓	g. g. g.
VALDEBRO (INIGAO) (VALDEBRO OPERADORA)							
33	81	Panplona Sur 1	02° 06' 23" E. 42° 43' 40" N.	15- 9-1961	21- 1-1962	2.457	Indicios



SONDEOS TERMINADOS COMPLETADOS O COMEZADOS EN 1962

NUEVAS CONCESIONES DURANTE 1962

- INI-COPAREX
- PHILLIPS
- SIPSA

- VALDEBRO
- ENPENA
- ENPASA
- INI-COPAREX
- CIEPSA SPANGOC DEILM.
- CIEPSA-SPANGOC
- CAMPASA CALIF. TEXACO
- PHILLIPS
- CPISA
- CIPSA UNION
- RICHFIELD CITIES SERVICE
- TIDEWATER SOHIO-B. URQUIJO
- GAO OF SPAIN
- SIPSA
- ESSO
- PAHOC
- RESERVA DEL INI NO COM-PROMETIDA

0 50 100 Km.

I. RELACIÓN DE SONDEOS. CLASIFICACIÓN GENERAL

Núm. de orden. Clasif. gen.	S O N D E O	PROVINCIA	COMPAÑIA Y NUMERO	EPOCA	RESULTADO	PROFUNDIDAD
80	Aramayona 1	Alava	ENPENZA, núm. 1	1961-62	Negativo	3.505
81	Pamplona Sur 1	Navarra	VALDEBRO, núm. 33	1961-62	Indicios	2.457
82	Ballobar 1	Huesca	ENPASA, núm. 1	1961-62	Negativo	3.450
83	Ucero	Soria	CAMPASA, núm. 14	1961	Negativo	1.046
84	Basella 1	Lérida	CIEPSA, núm. 21	1961-62	Indicios g.	3.850
85	Autezana 1	Maya	CIEPSA, núm. 22	1961-62	Indicios g.	4.109
86	Juanetas 1	Gerona	ENPASA, núm. 2	1961-62	Negativo	1.477
87	Gerona 1	Gerona	SIFSA, núm. 1	1960-61	g. g. g.	1.668
88	Don Juan 1	Palencia	PHILLIPS, núm. 1	1962	Negativo	1.545
89	Treviño 1004 E (21 E)	Burgos	CIEPSA, núm. 23	1962	Negativo	645
90	Gerona 2	Gerona	SIFSA, núm. 2	1962-63	g. g.	↓
91	Treviño 1005 E (22 E)	Burgos	CIEPSA, núm. 24	1962	Indicios	580
92	Castellfullit 1	Barcelona	ESSO, núm. 1	1962	Negativo	2.450
93	Sangüesa 1	Navarra	ENPENZA, núm. 2	1962-63	g.	↓
94	Arnedo 1	Logroño	CAMPASA, núm. 15	1962	Negativo	1.576
95	Río Franco 1	Palencia	PHILLIPS, núm. 2	1962	Negativo	2.325
96	Treviño 1006 E (23 E)	Burgos	CIEPSA, núm. 25	1962	Negativo	717
97	Perafita 1	Barcelona	ENPASA, núm. 3	1962	Negativo	2.862
98	Sanahuja 1 (23 E)	Lérida	CIEPSA, núm. 26	1962-63		↓
99	Guissona 1	Lérida	ESSO, núm. 2	1962	Negativo	3.225
100	Fraga 1	Huesca	ENPASA, núm. 4	1962	Negativo	2.143
101	Acozar 1	Soria	PHILLIPS, núm. 3	1962-63		↓
102	Zamanzas A 1	Burgos	CAMPASA, núm. 16	1962	Negativo	1.241
103	Senant 1	Tarragona	ESSO, núm. 3	1962	Negativo	1.652
104	Lérida 1	Lérida 1	ENPASA, núm. 5	1962-63		↓
105	Pinos 1	Lérida	ESSO, núm. 4	1962-63		↓

ZONA II. — GUINEA

A. RESUMEN DE ACTIVIDADES Y COMENTARIOS GENERALES

La asociación CEPSA-SPANGOC, única concesionaria de permisos, ha desarrollado restringidas operaciones geofísicas, pero no trabajos geológicos ni de perforación.

B. ACTIVIDADES DE LAS COMPAÑÍAS

Actividades geológicas.—Ninguna.

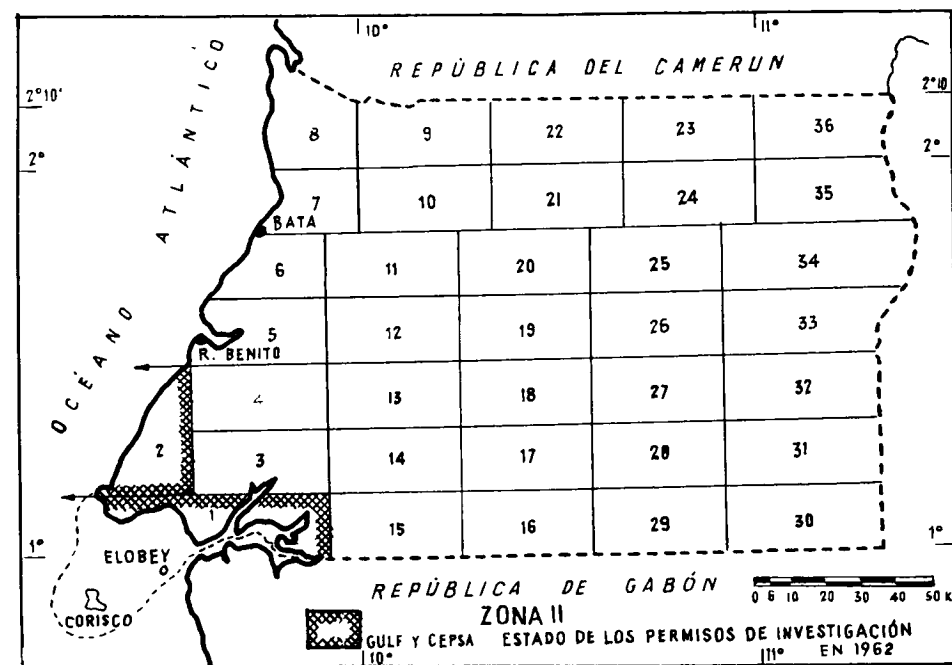
Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Tres meses-equipos de trabajos en la plataforma marina de sus permisos. Dos meses de interpretación de los datos obtenidos. Por contrata con la G. S. I.

Actividades de perforación.—Ninguna.

C. NUEVAS ASOCIACIONES Y ALTERACIONES EN LOS PERMISOS

No ha habido cambio alguno en las asociaciones ni en las concesiones y permisos de la zona II.



ZONA III. — SAHARA

A. RESUMEN DE ACTIVIDADES Y COMENTARIOS GENERALES

El año 1962 ha sido testigo de muy intensa actividad de perforación, de manera que se pasó rapidísimamente de los 19 sondeos iniciados o completados durante 1961, de los que la mayor parte fueron poco profundos, a los 34 de 1962, con varias perforaciones realmente profundas, que han llegado muy cerca de los 4.000 metros o los han rebasado

AMOSPAIN y asociadas han perforado un sondeo, su primero, con 3.689 metros de perforación y resultado negativo.

ATLANTIC ha continuado sus actividades de perforación con dos sondeos profundos y un total de 3.605 metros. Resultados negativos.

CEPSA-SPANGOC ha llevado a cabo una intensísima campaña, con la que continúa su prospección estratigráfica, de 18 sondeos que totalizan 17.131 metros de perforación. Puesto que los sondeos son estratigráficos, no cabe valoración positiva o negativa de los resultados.

CHAMPLIN y asociados han trabajado en tres sondeos, sus primeros, de los cuales dos llevados a cabo enteramente en 1962 y otro que comienza en 1962 y continúa sus operaciones a final de año. Un total aproximado de 10.900 metros y resultados negativos.

PHILLIPS comienza su primer sondeo, que continúa a fines de 1962.

RICHFIELD y asociadas trabaja en su primer sondeo iniciado en 1961 y que completa en 1962 con 3.472 metros y resultado negativo

TIDEWATER y asociados trabajan en cuatro sondeos, de los cuales uno iniciado ya en 1961, dos iniciados y terminados en 1962 y otro que comienza en 1962 y continúa sus labores a finales de año, con un total aproximado de unos 9.600 metros y resultados negativos.

UNION y asociada trabaja en dos sondeos, uno de ellos iniciado en 1961, con un total de unos 6.500 metros.

VALDEBRO lleva a cabo sus dos primeros sondeos, de los cuales uno corto, estratigráfico, y otro que opera todavía a finales de 1962, y con un total aproximado de unos 850 metros.

Por consiguiente, durante 1962 se trabajó en 34 sondeos con un total aproximado de 57.000 metros de perforación, llevados a cabo por nueve compañías o asociaciones de las once grandes concesionarias de permisos en la provincia española del Sáhara.

De estas 34 perforaciones, 3 estaban ya iniciadas a finales de 1961 y se terminaron en 1962: 27 se comenzaron y terminaron dentro de 1962, y 4 quedaron iniciadas a final de año y continuaban sus operaciones.

De estos 34 sondeos, 16 pueden considerarse como estratigráficos y 14

como más o menos profundos. Estos dieron todos, al parecer, resultados negativos, puesto que los rumores más o menos insistentes de haberse cortado indicios no han sido confirmados oficialmente.

Las dos restantes compañías que no han llevado a cabo perforaciones informan de las siguientes actividades:

IPESA ha llevado a cabo actividades geológicas y geofísicas.

PAHOC-INI ha llevado igualmente a cabo estudios geológicos y geofísicos y ha perforado sondeos de investigación hidrogeológica, de cuyos detalles no informa.

Por lo que se refiere a variaciones en los estados de asociación y de permisos hay poco que decir. Se confirma y aprueba la asociación en IPESA de MAGELLAN-INI-SAFREP-AUSONIA. No se concedieron nuevos permisos. Se autorizó a PAHOC la transferencia a sus permisos del Sáhara del remanente de sus compromisos no invertidos en la Península. Se presentó y aprobó la primera renuncia de CEPSA-SPANGOC a la cuadrícula 61.

Durante 1962, como se había previsto, disminuyó mucho la actividad geológica y bastante la geofísica. Aumentó la de perforación, pero desgraciadamente los resultados fueron negativos. Es perceptible una tendencia a la disminución en las actividades saharianas. Si durante el año 1963 no se obtienen resultados positivos, se estima que se acentuará dicha tendencia.

No obstante, se prevé el comienzo de unos seis sondeos profundos durante 1963, con independencia de algunos otros de carácter estratigráfico que quizás se lleven a cabo.

Los entusiasmos, quizás exagerados y a mi juicio poco ponderados y no suficientemente respaldados por hechos reales, de comienzos de la explotación, llevaron a un consumo rápido, rapidísimo, de las actividades y optimismos durante los años 1961 y 1962, llegando a una depresión en 1963 que posiblemente es también exagerada y en todo caso anticipada. Pero es muy difícil realmente llegar a un juicio equilibrado sin estar en posesión de información más detallada, dada la gran reserva con que se han movido las compañías y las escasísimas noticias que se han filtrado acerca de los resultados e información geológica suministrada por las perforaciones.

B. ACTIVIDADES DE LAS COMPAÑÍAS

AMOSPAIN-EPESSA (Caltex-Ini) (Amospain operadora).

Actividades geológicas.— Cuatro meses-equipo.

Fotogeología.— Cuatro meses-equipo.

Actividades geofísicas.

Sísmicas de refracción.— Dos y medio meses-equipo.

Actividades de perforación.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
32	31	AMOSPAIN 1	25 febrero 1962	20 junio 1962	3.689 m.

31. AMOSPAIN 1 (32-1).—*Ugranat A 1-22*.—En la cuadrícula 32, 13° 06' 31" longitud O. y 26° 00' 10" latitud N. Atravesó Terciario y Cretáceo para terminar en Jurásico. Resultado negativo. Equipo EMSCO 800; contrato con DEUTSCHE TIEFBOHR A. G.

ATLANTIC.

Actividades geológicas.—Cuatro meses-equipos de estudios geológicos de superficie. Dos meses-equipos de estudios hidrogeológicos en la cuadrícula 12.

Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Cuatro y medio meses-equipos, según el método «Stomper» por contrata con INDEPENDEX, S. A.

Aeromagnética.—Sobre las cuadrículas 67 y 77 por contrata con AERO-SERVICE CORP.

Actividades de perforación.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
12	47	ATLANTIC 4	7 septbre. 1962	25 septbre. 1962	1.504 m.
12	48	ATLANTIC 5	1 octubre 1962	12 novbre. 1962	2.101 »

47. ATLANTIC 4-*Atlantic 12-1*.—En la cuadrícula 12, 10° 21' 07" longitud O. y 27° 95' 42" latitud N. Perforado por contrata con FALCON SEABOARD OF PANAMA.

48. ATLANTIC 5-*Atlantic 12-2*.—En la cuadrícula 12, 10° 27' 06" longitud O. y 27° 16' 59" latitud N. Perforado por contrata con FALCON SEABOARD OF PANAMA.

CEPSA-SPANGOC (Gulf) (Spangoc operadora).

Actividades geológicas.—Diez meses-equipos de reconocimiento de superficie en sus cuadrículas; doce meses de trabajos de coordinación.

Fotogeología.—Doce equipos-mes de estudios.

Actividades geofísicas.

Sísmicas de reflexión.—Un mes-equipos en la cuadrícula 47 por contrata con la COMP. GEN. GEOPH.; seis y medio meses-equipos en la cuadrícula 51 por contrata con la COMP. GEN. GEOPH.; un cuarto mes-equipos en la cuadrícula 16 por contrata con la COMP. GEN. GEOPH.; dos meses-equipos en la cuadrícula 97 por contrata con WESTERN G. E.

Sísmicas de refracción.—Dos y medio meses-equipos en la cuadrícula 47 por contrata con la COMP. GEN. GEOPH.; uno y medio meses-equipos en la cuadrícula 51 por contrata con la COMP. GEN. GEOPH.

Magnetométricas.—Relleno de investigaciones previas en las cuadrículas 51, 65, 66 y 97 por contrata con AERO SERVICE.

Actividades de perforación.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
47	22	GULF 13	3 enero 1962	7 enero 1962	671 m.
47	23	GULF 14	9 enero 1962	12 enero 1962	671 »
47	24	GULF 15	14 enero 1962	18 enero 1962	716 »
47	25	GULF 16	19 enero 1962	24 enero 1962	716 »
47	26	GULF 17	25 enero 1962	28 enero 1962	716 »
47	27	GULF 18	30 enero 1962	2 febrero 1962	147 »
47	28	GULF 19	3 febrero 1962	17 febrero 1962	1.231 »
47	29	GULF 20	19 febrero 1962	21 febrero 1962	646 »
47	30	GULF 21	23 febrero 1962	26 febrero 1962	655 »
47	33	GULF 22	27 febrero 1962	9 marzo 1962	1.034 »
51	34	GULF 23	10 marzo 1962	14 marzo 1962	610 »
51	36	GULF 24	15 marzo 1962	19 marzo 1962	625 »
51	37	GULF 25	20 marzo 1962	28 marzo 1962	913 »
51	38	GULF 26	28 marzo 1962	10 abril 1962	1.213 »
51	39	GULF 27	14 abril 1962	7 mayo 1962	1.609 »
51	41	GULF 28	10 mayo 1962	25 mayo 1962	1.189 »
66	42	GULF 29	28 mayo 1962	17 junio 1962	1.640 »
67	45	GULF 30	18 junio 1962	6 julio 1962	1.529 »

22. GULF 13-*Gulf A-8-17*.—En la cuadrícula 47, 14° 38' 43" longitud O. y 25° 18' 07" latitud N. Terminó a la profundidad de 670,56 metros.

23. GULF 14-Gulf A-9-47.—En la cuadrícula 47, 14° 40' 26" longitud O. y 25° 18' 07" latitud N. Terminó a la profundidad de 670.56 metros.
24. GULF 15-Gulf H-10-47.—En la cuadrícula 47, 14° 42' 08" longitud O. y 25° 09' 35" latitud N. Terminó a la profundidad de 716.28 metros.
25. GULF 16-Gulf H-11-47.—En la cuadrícula 47, 14° 42' 16.2" longitud O. y 25° 07' 07" latitud N. Terminó a la profundidad de 716.28 metros.
26. GULF 17-Gulf H-12-47.—En la cuadrícula 47, 14° 45' 15.2" longitud O. y 25° 07' 06.4" latitud N. Terminó a la profundidad de 716.28 metros.
27. GULF 18-Gulf H-13-47.—En la cuadrícula 47, 14° 46' 57" longitud O. y 25° 07' 06.4" latitud N. Terminó a la profundidad de 746.76 metros.
28. GULF 19-Gulf H-14-47.—En la cuadrícula 47, 14° 49' 53.3" longitud O. y 25° 07' 05.7" latitud N. Terminó a la profundidad de 1.231.39 metros.
29. GULF 20-Gulf H-15-47.—En la cuadrícula 47, 14° 36' 15" longitud O. y 25° 04' 25" latitud N. Terminó a la profundidad de 646.17 metros.
30. GULF 21-Gulf H-16-47.—En la cuadrícula 47, 14° 38' 56" longitud O. y 25° 02' 13" latitud N. Terminó a la profundidad de 655.32 m.
33. GULF 22-Gulf H-17-47.—En la cuadrícula 47, 14° 38' 58" longitud O. y 25° 04' 18" latitud N. Terminó a la profundidad de 1.033.57 metros.
34. GULF 23-Gulf B-1-51.—En la cuadrícula 51, 14° 46' 54" longitud O. y 24° 54' 05" latitud N. Terminó a la profundidad de 609.60 metros.
36. GULF 24-Gulf B-2-51.—En la cuadrícula 51, 14° 44' 58" longitud O. y 24° 54' 05" latitud N. Terminó a la profundidad de 625.14 metros.
37. GULF 25-Gulf B-3-51.—En la cuadrícula 51, 14° 43' 22" longitud O. y 24° 54' 06" latitud N. Terminó a la profundidad de 913.48 metros.
38. GULF 26-Gulf B-4-51.—En la cuadrícula 51, 14° 41' 29" longitud O. y 24° 54' 04" latitud N. Terminó a la profundidad de 1.213.10 metros.
39. GULF 27-Gulf D-5-51.—En la cuadrícula 51, 14° 53' 11" longitud O. y 24° 41' 23" latitud N. Terminó a la profundidad de 1.609.30 metros.
41. GULF 28-Gulf G-6-51.—En la cuadrícula 51, 14° 45' 39" longitud O. y 24° 25' 48" latitud N. Terminó a la profundidad de 1.188.72 metros.
42. GULF 29-Gulf E-1-66.—En la cuadrícula 66, 15° 32' 07" longitud O. y 23° 30' 00" latitud N. Terminó a la profundidad de 1.610.43 metros.
45. GULF 30-Gulf E-1-65.—En la cuadrícula 65, 15° 51' 31" longitud O. y 23° 34' 32" latitud N. Terminó a la profundidad de 1.529.15 metros.

Todos ellos fueron sondeos estratigráfico-estructurales perforados con equipos CONTINENTAL-EMSCO GB-250 por contrata con FALCON SEABOARD.

CHAMPLIN-SUN-PURE-IBERICA DE PETROLEOS (Champlin operadora).

Actividades geológicas.—De coordinación de muestras y fósiles recogidos en los reconocimientos de superficie y en los sondeos.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Dos meses-equipos para terminar la red gravimétrica iniciada en 1961. Por contrata con WESTERN GEOPHYSICAL CO.

Sísmica de reflexión.—Dos meses-equipos para terminar la campaña iniciada en 1961. Por contrata con WESTERN GEOPHYSICAL CO.

Sísmica de refracción.—Dos meses-equipos para levantar dos perfiles de refracción con un total de 64 kilómetros. Por contrata con WESTERN GEOPHYSICAL CO.

Actividades de perforación

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
15	32	CHAMPLIN 15-1	26 febrero 1962	5 mayo 1962	3.470 m.
23	44	CHAMPLIN 23-1	30 mayo 1962	25 octubre 1962	4.199 »
23	50	CHAMPLIN 23-2	9 novbre. 1962	↓	(a 2.854 m. en 31 dic. 1962)

32. CHAMPLIN 1. 15-1.—*Corc 15-1.*—En la cuadrícula 15, 13° 29' 51" longitud O. y 26° 49' 40" latitud N. Cortó margas, calizas y areniscas. Resultado negativo. Equipo MID CONTINENT (UNIT RIG). Contrata con LOFFLAND BROTHERS.

44. CHAMPLIN 2. 23-1.—*Corc 23-1.*—En la cuadrícula 23, 12° 52' 29" longitud O. y 26° 34' 10" latitud N. Cortó margas, calizas y areniscas. Al llegar a la profundidad de 1.081 metros hubo rotura del varillaje de perforación, quedando en el fondo del sondeo catorce piezas. La pesca fue laboriosa, pero se pudo proseguir el sondeo tras dos semanas de difíciles operaciones. Resultado negativo. Equipo MID CONTINENT (UNIT RIG). Contrata con LOFFLAND BROTHERS.

50. CHAMPLIN 3. 23-2. *Corc 23-2.* ↓ —En la cuadrícula 23, 12° 51' 52" longitud O. y 26° 27' 36" latitud N. Cortó margas, calizas y areniscas. En 31 de diciembre de 1962 estaba a 2.854 metros y continuaba la perforación. Equipo MID CONTINENT (UNIT RIG). Por contrata con LOFFLAND BROTHERS.

I. P. E. S. A.

Actividades geológicas.—Diez meses-equipo de levantamientos geológicos en la cuadrícula 18 y un geólogo en trabajo permanente de coordinación.

Fotogeología.—Tres meses de interpretación y preparación fotogeológica en la cuadrícula 18.

Actividades geofísicas.

Sísmicas de reflexión.—Dos y medio meses-equipo en la cuadrícula 18. Por contrato con la COMP. GEN. DE GEOPHYSIQUE

Actividades de perforación.— Ninguna durante el año

PAHOC-INI (Panamerican operadora)

Actividades geológicas.—Estudios geológicos de superficie e interpretación sub superficial en la zona oeste de la cuadrícula 5. Igualmente en la cuadrícula 21. Reconocimiento en la cuadrícula 6.

Fotogeología.—Interpretación y comprobación de los estudios geológicos de superficie.

Actividades geofísicas.

Sísmicas de reflexión y refracción.—Cuarenta y nueve perfiles, con un total de 835 kilómetros, en las cuadrículas 5 y 6. Por contrata con ROBERT H RAY.

Actividades de perforación.—Solamente perforaciones hidrogeológicas.

PHILLIPS

Actividades geológicas.—Seis meses de trabajos de coordinación.

Fotogeología.—Cinco meses de estudios.

Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Seis y medio meses-equipo por contrata con UNITED GEOPHYSICAL CORP.

Actividades de perforación.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
11	49	PHILLIPS 1	25 octubre 1962	↓	↓

49. PHILLIPS 1.—*El Hach 11-1.* ↓.—En la cuadrícula 11, 10° 51' 27,18" longitud O. y 27° 17' 18,85" latitud N. (Greenwich, 00") Atravesó formaciones devonianas, silurianas, ordovicenses y cambrianas en margas pizarreñas, areniscas y carbonatos. La perforación continuaba en 31 de diciembre de 1962. Equipo ROTARY por contrata con DEUTSCHE TIEFBOHR A. G.

RICHFIELD-CAMPSA-CITIES SERVICE-BANESTO (Richfield operadora).

Actividades geológicas.—Ocho meses-equipo de estudio geológico de detalle y de estudios estratigráficos en las cuadrículas 30, 39, 40 y 43. Cinco meses-equipo de estudios geológicos de pie de sonda en Hassi Tartar 1-43.

Actividades geofísicas.—Ninguna.

Actividades de perforación.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	De la Compañía				
43	20	18 RICHFIELD. 1 (43-1) Hassi Tartar 43-1	26 dicbre. 1961	5 junio 1962	3.972 m.

20. RICHFIELD 1. 43-1.—*Hassi Tartar 43-1.*—En la cuadrícula 43, en la zona SO. de la misma, 14° 43' 38" longitud y O. 25° 24' 40" latitud N., y 69,77 metros de cota. Terminó a la profundidad de 3.972 metros.

Reciente a Mioceno	0- 280 m.	Areniscas, limolitas y calizas.
Eoceno	280- 961 m.	Limolitas, margas pizarreñas, calizas y sílex.
Paleoceno	961-1.123 m.	Sílex, limolitas y margas pizarreñas.
Cretáceo Superior	1.123-1.625 m.	Limolitas, margas pizarreñas, limolitas y calizas.
Cretáceo Inferior	1.629- m.	Areniscas y areniscas con cantos, con limolitas subordinadas en facies no marinas.

Resultado negativo. Equipo NATIONAL 80-B por contrata con DRILLING AND EXPLORATION CO. OF TEXAS. Estudio y vigilancia de lodos por contrata con PACIFIC OIL WELL LOGGING INC. en Hassi Tartar 1-43.

TIDEWATER-SOHIO-URQUIJO (Tidewater operadora).

Actividades geológicas.—Un mes-equipos de reconocimientos y medidas de perfiles estratigráficos en las cuadrículas 19, 20 y 21 de la cuenca de Tindouf. Trabajos de coordinación de estudios anteriores con los datos obtenidos en las cuencas de Aaiun y Tindouf.

Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Tres meses-equipos en la zona de Aaiun. Once y medio meses equipo en la zona de Tindouf. No se menciona casa contratista.

Sísmica de refracción.—Tres meses-equipos en la zona de Aaiun.

Actividades de perforación.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
56	19	TIDEWATER 56-1	20 dicbre. 1961	23 febrero 1962	1.613 m.
52	35	TIDEWATER 52-1	12 marzo 1962	20 julio 1962	4.131 »
48	46	TIDEWATER 48-1	2 agosto 1962	26 octubre 1962	3.926 »
7	51	TIDEWATER 7-1	13 novbre. 1962	↓	↓

19. TIDEWATER 1. 56-1.—En la cuadrícula 56. Zona meridional de la cuenca de Aaiun. 14° 10' 01" longitud O. y 24° 23' 59" latitud N. Terminó a 1.613 metros.

No se indican resultados. No se menciona equipo empleado ni casa contratista.

35. TIDEWATER 2. 52-1.—En la cuadrícula 52. Zona meridional de la cuenca de Aaiun. 14° 18' 37" longitud O. y 24° 43' 06" altitud N. Terminó a 4.131 metros.

No se indican resultados. No se menciona equipo empleado ni casa contratista.

46. TIDEWATER 3. 48-1.—En la cuadrícula 48, zona meridional de la cuenca de Aaiun. 14° 35' 00" longitud O. y 25° 13' 00" latitud N. Terminó a 3.926 metros.

No se indican resultados. No se menciona equipo empleado ni casa contratista.

51. TIDEWATER 4. 7-1.—En la cuadrícula 7, zona oeste de la cuenca de Tindouf. 09° 00' 06" longitud O. y 27° 34' 17" latitud N.

Continuaba la perforación en 31 de diciembre de 1962.

UNION-IBERICA DE PETROLEOS (Unión operadora).

Actividades geológicas.—Un cuarto de mes-equipos de estudios geológicos de superficie, en reconocimiento de los afloramientos cretáceos de las cuadrículas 1, 2 y 8. Estudios de coordinación y de posibilidades en todas sus cuadrículas.

Fotogeología.—Repaso de los estudios en las cuadrículas 1, 2 y 8.

Actividades geofísicas.—Ninguna en el campo. Ocho meses-equipos de coordinación y estudio de los datos previamente adquiridos.

Actividades de perforación.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
8	15	UNION 2 (8-1)	29 octubre 1961	7 abril 1962	4.117 m.
2	40	UNION 3 (2-1)	1 mayo 1962	10 junio 1962	2.401 »

15. UNIÓN 2 (8-1). *Amsequir 8-1 (Trinidad).*—En la cuadrícula 8 (Aaiun). Al este de El Aaiun. 12° 43' 47" longitud O. (Greenwich) y 27° 12' 24" latitud N. Atravesó areniscas, margas y calizas. Terminó a la profundidad de 4.117 metros.

Resultado negativo. No manifestó indicios de gas o de petróleo.

Se llevaron a cabo registros eléctricos Schlumberger, microrregistros, registros sísmicos, registros continuos de análisis de gases, registros de lodos y disparos de control de velocidad. Equipo IDECO-SUPER 7-11 por contrata con CAMDRILL INTERNATIONAL.

40. UNIÓN 3 (2-1).—*Hagunia 2-1.*—En la cuadrícula 2, al norte de Hagunia. 12° 21' 30" longitud O. (Greenwich) y 27° 31' 12" latitud N.

Atravesó areniscas, margas y calizas. Terminó a la profundidad de 2.401 metros.

Resultado negativo. No manifestó indicios de gas o de petróleo. Se llevaron a cabo registros Schlumberger, eléctrico, micro y sísmico. Equipo IDECO SUPER 7-11 mediante contrata con CAMDRILL INTERNATIONAL.

VALDEBRO (Ini-Gao) (Valdebro operadora).

Actividades geológicas.—Medio mes-equipo de registro y estudio geológico de los sondeos Semara 17-1 y Semara 17-2. En gabinete, estudio geológico final de las cuadrículas 17 y 44.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Un mes-equipo en la cuadrícula 17 para trazado de cuatro líneas experimentales. Trabajo llevado a cabo por equipo propio.

En el gabinete, reinterpretación general de los datos obtenidos por PROLESA previamente en la cuadrícula 44.

Sísmica de reflexión.—Dos meses-equipo para obtener tres líneas sísmicas a través de la cuadrícula 17, compuesta de 161 perfiles, 2.461 pozos perforados con un total de 14.590 metros, hasta cubrir una superficie de 52.200 m².

Cuatro meses-equipo en la cuadrícula 44 para completar la campaña iniciada en 1961, con un total de 391 perfiles de reflexión (y 200 de refracción), 9.645 pozos perforados con un total de 76.471 metros sobre una superficie de 764.637 m². Trabajo realizado con los propios equipos.

Magnetométricas.—Medio mes-equipo en la cuadrícula 44

Actividades de perforación.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
17	43	VALDEBRO 17-1	30 mayo 1962	18 junio 1962	262 m.
17	52	VALDEBRO 17-2	12 diebre. 1962		(en 31 dic. estaba a 564 m.)

43. VALDEBRO 1. 17-1. — *Semara 17-1.* — En la cuadrícula 17, a unos 15,5 kilómetros al O.-NO. de Semara, en el ápice de un anticlinal 11° 50' 30" longitud E. y 20° 47' 58" latitud N. Terminó a 262,4 metros.

0- 17 m.	Arcillas verdosas.
17- 24 m.	Calizas blandas de tonos rojizos.
24-262 m.	Arcilla gris oscura.

Resultado negativo. Se llevó a cabo un registro eléctrico Widco. Equipo MAYHEW 1.000 (geofísica) operado por VALDEBRO.

52. VALDEBRO 2. 17-2. — *Semara 17-2.* — En la cuadrícula 17, en el ápice del anticlinal de Uad el Aasli, 11° 45' 35" de longitud O. y 26° 42' 27" latitud N. En 31 de diciembre de 1962 estaba a 564 metros y continuaba la perforación en el Devoniano Medio.

No dio indicios hasta esa profundidad, ni se realizó prueba alguna. Equipo CONTINENTAL EMSCO GB-250 por contrata con FALCON SEABOARD OF PANAMA.

C. NUEVAS ASOCIACIONES DURANTE 1962

Compañías y Asociaciones.

Operadora

IPESA, asociación de MAGELLAN PETROLEUM CORP (33,5 %)-INI (10 %)-SAFREP (33 %)-AUSONIA MINERARIA (23,5 %).

La aprobación de esta asociación tuvo lugar durante el año 1962.

D. NUEVOS PERMISOS DURANTE 1962

Ninguno.

E. RENUNCIAS O ALTERACIONES EN LAS CONCESIONES DURANTE 1962

Nombre de la Compañía	Superficie renunciada	Fecha de Publicación en el B. O.	Z O N A
CEPSA-SPANGOC (Gulf operadora)	Renuncia a la cuadrícula 61 (250.303 Ha.).	25 julio 1962	NE. de Villa Cisneros y S. de Cabo Bojador.
PAHOC (Pan-American).	Transferencia a la zona III de las inversiones no realizadas en la zona I (cuadrículas 5 y 6).	12 septiembre 1962.	Transferencia de la zona I a la zona III (cuadrículas 5 y 6) de las inversiones no realizadas en la Península.

F. COMPAÑÍAS CONTRATISTAS DURANTE 1962

CONTRATANTE	CONTRATISTA			
	Geología o Fotogeología	Geofísica	Sondeos	Equipo
AMOSPAIN-EPESSA	-	-	DEUTSCHE TIEF-BOHR A. G.	EMSCO 800
ATLANTIC	-	INDEPENDX ALRO SERVICE CORP	FALCON SEABOARD	-
CEPSA-SPANGOC	-	COMPAGNIE GENERALE GEOPHYSIQUE (C. G. G.) WESTERN GEOPHYSICAL	FALCON SEABOARD	EMSCO GB 250
CHAMPLIN-SUN-PURE IBÉRICA DE PETRÓLEOS	-	WESTERN AERO SERVICE CC.	LOFFLAND BROS	MIDCONTINENT UNIT RIG.
EPESA	-	COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE	+	+
FAHOC-ENI	-	ROBERT H. RAY	+	+
PHILLIPS	-	UNITED GEOPHYSICAL CORP.	DEUTSCHE TIEF-BOHR A. G.	ROTARY
RICHFIELD-CAMPAS- CITIES SERVICE-BANESTO	-	-	DRILLING AND EX-PLORATION CO. PACIFIC-OIL WELL LOGGING INC.	NATIONAL 80-B
TIDEWATER SOHIO- URQUIJO	-	-	-	-
UNION-IBÉRICA DE PETRÓ- LEOS	-	+	CAMDRILL INTER-NATIONAL	HOECO SUPER 7-11
VALDEBRO	-	PROLESA	FALCON SEABOARD	CONTINENTAL EMSCO GB 250

- Quiere decir indistintamente que ha hecho el trabajo por sí misma o que no ha suministrado información.

+ Quiere decir que no ha tenido actividad de esa clase

G. RELACIÓN DE SONDEOS POR COMPAÑÍAS

NUMERO DE ORDEN	de la Compañía	Cuadrícula	SONDEO	Coordenadas	Iniciado	Terminado	Profundidad en metros	RESULTADO
31	1	32	Amospain 1 Ugranat A 1-32	13° 06' 31" O. 26° 00' 10" N.	25- 2-1962	20- 6-1962	3.680	Negativo
A T L A N T I C								
47	4	12	Atlantic (12-1)	10° 21' 07" O. 27° 5' 42" N.	7- 9-1962	25- 9-1962	1.504	Negativo
48	5	12	Atlantic (12-2)	10° 27' 06" O. 27° 16' 59" N.	1-10-1962	12-11-1962	2.101	Negativo
CEPSA-SPAGNOL (GULF OPERADORA)								
22	13	47	Gulf 13	14° 38' 43" O. 25° 18' 07" N.	3- 1-1962	7- 1-1962	671	Estratigráfico
23	14	47	Gulf 14	14° 40' 46" O. 25° 18' 07" N.	9- 1-1962	12- 1-1962	671	Estratigráfico
24	15	47	Gulf 15	14° 42' 08" O. 25° 09' 35" N.	14- 1-1962	18- 1-1962	716	Estratigráfico
25	16	47	Gulf 16	14° 42' 16,2" O. 25° 07' 07" N.	19- 1-1962	24- 1-1962	716	Estratigráfico
26	17	47	Gulf 17	14° 45' 15,2" O. 25° 07' 06" N.	25- 1-1962	28- 1-1962	716	Estratigráfico
27	18	47	Gulf 18	14° 46' 57" O. 25° 07' 06,4" N.	30- 1-1962	2- 2-1962	747	Estratigráfico

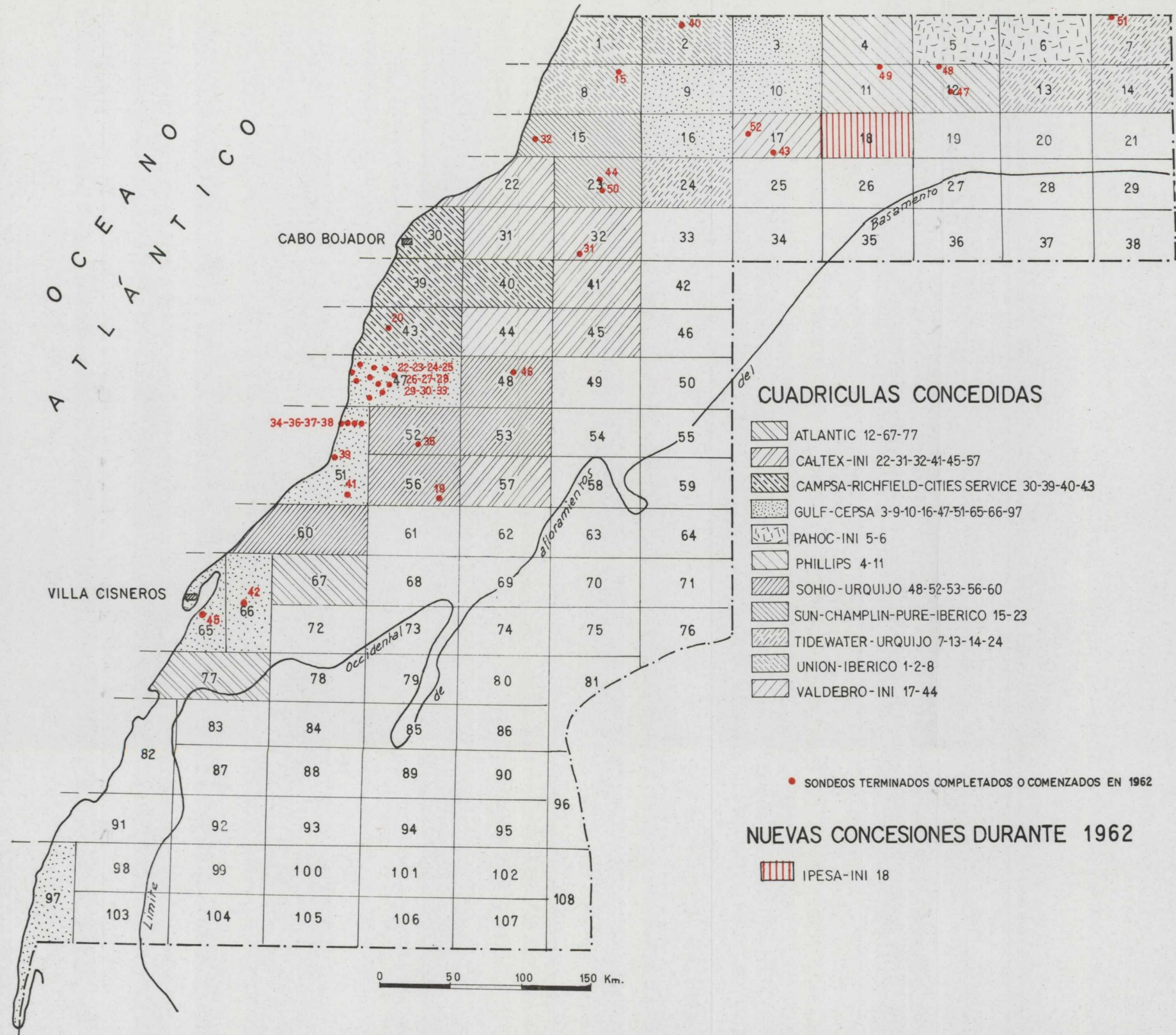
NUMERO DE ORDEN		Cuadrícula	S O N D E O	Coordenadas	Iniciado	Terminado	Profundidad en metros	RESULTADO
General	de la Compañía							
28	19	47	Gulf 19	14° 49' 53,3" O. 25° 07' 05,7" N.	3- 2-1962	17- 2-1962	1.231	Estratigráfico
29	20	47	Gulf 20	14° 36' 45" O. 25° 04' 25" N.	19- 2-1962	21- 2-1962	646	Estratigráfico
30	21	47	Gulf 21	14° 38' 56" O. 25° 02' 43" N.	23- 2-1962	26- 2-1962	655	Estratigráfico
33	22	47	Gulf 22	14° 38' 58" O. 25° 04' 18" N.	27- 2-1962	9- 3-1962	1.034	Estratigráfico
34	23	51	Gulf 23	14° 46' 54" O. 24° 54' 05" N.	10- 3-1962	14- 3-1962	610	Estratigráfico
36	24	51	Gulf 24	14° 44' 58" O. 24° 54' 05" N.	15- 3-1962	19- 3-1962	625	Estratigráfico
37	25	51	Gulf 25	14° 43' 22" O. 24° 54' 06" N.	20- 3-1962	28- 3-1962	913	Estratigráfico
38	26	51	Gulf 26	14° 41' 29" O. 24° 54' 04" N.	28- 3-1962	10- 4-1962	1.213	Estratigráfico
39	27	51	Gulf 27	14° 53' 11" O. 24° 41' 23" N.	14- 4-1962	7- 5-1962	1.609	Estratigráfico
41	28	51	Gulf 28	14° 45' 39" O. 24° 25' 48" N.	10- 5-1962	25- 5-1962	1.189	Estratigráfico
42	29	66	Gulf 29	15° 32' 07" O. 23° 30' 00" N.	28- 5-1962	17- 6-1962	1.640	Estratigráfico
45	30	67	Gulf 30	15° 51' 31" O. 23° 34' 32" N.	18- 6-1962	6- 7-1962	1.529	Estratigráfico

NUMERO DE ORDEN		Cuadrícula	S O N D E O	Coordenadas	Iniciado	Terminado	Profundidad en metros	RESULTADO
General	de la Compañía							
CHAMPLIN-SUN-PURE-IBERICA DE PETROLEOS (CHAMPLIN OPERADORA)								
32	1	15	Champlin 15-1 Core 15-1	13° 29' 54" O. 26° 49' 40" N.	26- 2-1962	5- 5-1962	3.470	Negativo
44	2	23	Champlin. 23-1 Core 23-1	12° 52' 29" O. 26° 34' 10" N.	30- 5-1962	25-10-1962	4.199	Negativo
50	3	23	Champlin. 23-2 Core 23-2	12° 51' 52" O. 26° 27' 36" N.	9-11-1962	↓	↓ (a 2.854 m. en 31-12-62)	
P H I L L I P S								
49	1	11	Phillips El Hach 11-1	10° 51' 27,18" O. 27° 17' 18,85" N.	25-10-62	↓	↓	
RICHFIELD-CAMPSA-CITIES SERVICE-BANESTO (RICHFIELD OPERADORA)								
20	1	43	RICHFIELD (43-1) Hassi Tartar 43-1	14° 43' 38" O. 25° 24' 40" N.	20-12-1961	5- 6-1962	3.972	Negativo
TIDEWATER-SOHIO-URQUIJO (TIDEWATER OPERADORA)								
19	1	56	Tidewater. 56-1	14° 10' 01" O. 24° 23' 59" N.	20-12-1961	23- 2-1962	1.613	Negativo
35	2	52	Tidewater. 52-1	14° 18' 37" O. 24° 43' 06" N.	12- 3-1962	20- 7-1962	4.131	Negativo

NUMERO DE ORDEN		Cuadrícula	S O N D E O	Coordenadas	Iniciado	Terminado	Profundidad en metros	RESULTADO
General	de la Compañía							
46	3	48	Tidewater. 48.1	14° 35' 00" O. 25° 13' 00" N.	2 8 1962	26 10 1962	3.926	
51	4	7	Tidewater. 7.1	09° 00' 06" O. 27° 34' 17" N.	13 11 1962	↓	↓	
UNION IBERICA DE PETROLEOS (UNION OPERADORA)								
15	2	AMSEQUIR 1.8	Unión 2 (8.1)	12° 43' 47" O. 27° 12' 24" N.	29 10 1961	7 4 1962	4.117	Negativo
40	3	HAGUNIA 1.2	Unión 3 (2.1)	12° 21' 30" O. 27° 31' 12" N.	1 5 1962	10 6 1962	2.401	Negativo
VALDEBRO (INI GAO) (VALDEBRO OPERADORA)								
43	1	SEMARA 17.1	Valdebro 17.1	11° 50' 30" O. 26° 47' 58" N.	30 5 1962	18 6 1962	262	Estratigráfico
52	2	SEMARA 17.2	Valdebro 17.2	11° 45' 35" O. 26° 42' 27" N.	12 12 1962	↓	↓	

Num. de orden Clasificación gen.	S O N D E O S	Cuadrícula	COMP. ÑIA Y NUMERO	INICIADO	TERMINADO	RESULTADO	Profundidad en metros
1	A 1 10	10	CEPSA SPANGOC 1	3 9 1960	?	Estratigráfico	?
2	ARGAN 1.11	11	PHILLIPS 1	7 9 1960	?	Estratigráfico	?
3	B 2 10	10	CEPSA SPANGOC 2	4 10 1960	?	Estratigráfico	?
4	SUASEL 1.1	1	PHILLIPS 2	24 10 1960	?	Estratigráfico	?
5	E 1 9	9	CEPSA SPANGOC 3	18 10 1960	?	Estratigráfico	?
6	D 2 9	9	CEPSA SPANGOC 4	11 3 1961	?	Estratigráfico	?
7	67-1	67	ATLANTIC 1	11- 4 1961	?	Estratigráfico	226
8	DAORA 1.1	1	UNIÓN IBERICA 1	1 5 1961	17 9 1961	Negativo	4.241
9	67 1 A	1	ATLANTIC 2	11 5 1961	?	Estratigráfico	787
10	E 1 3	3	CEPSA SPANGOC 5	26 5 1961	?	Estratigráfico	?
11	77 1	77	ATLANTIC 3	11 7 1961	?	Estratigráfico	610
12	A 1 47	47	CEPSA SPANGOC 6	23 8 1961	?	Estratigráfico	?
13	A 2 47	47	CEPSA SPANGOC 7	29 9 1961	?	Estratigráfico	?
14	A 3 47	47	CEPSA SPANGOC 8	26 10 1961	?	Estratigráfico	?
15	AMSEQUIR 1.8	8	UNIÓN IBERICA 2	29 10 1961	7 4 1962	Negativo	4.117
16	A-4 47	47	CEPSA SPANGOC 9	9 11 1961	?	Estratigráfico	?
17	B 5 47	47	CEPSA SPANGOC 10	14 11 1961	?	Estratigráfico	?
18	G 6 47	47	CEPSA SPANGOC 11	21 11 1961	?	Estratigráfico	?
19	1-56	56	TIDEWATER 1	20 12 1961	23 2 1962	Negativo	1.613
			RICHFIELD CAMPSA CILUS SER				
20	BASSI TARTAR 1.11	43	VICE BANUSO	20 12 1961	5 6 1962	Negativo	3.972
21	A 7 47	47	CEPSA SPANGOC 12	27 12 1962	?	Estratigráfico	?
22	A 8 47	47	CEPSA SPANGOC 13	3 1 1962	7 1 1962	Estratigráfico	671
23	A 9 47	47	CEPSA SPANGOC 14	9 1 1962	12 1 1962	Estratigráfico	671
24	H 10 47	47	CEPSA SPANGOC 15	14 1 1962	18 1 1962	Estratigráfico	716
25	H 11 47	47	CEPSA SPANGOC 16	19 1 1962	24 1 1962	Estratigráfico	716
26	H 12 47	47	CEPSA SPANGOC 17	25 1 1962	28 1 1962	Estratigráfico	716

Núm. de orden Clasifica- cion gen.	S O N D E O S	Cuadric.	COMPANÍA Y NUMERO	INICIADO	TERMINADO	RESULTADO	Profundidad en metros
27	H-13-47	47	CEPSA-SPANGOC 18	30- 1-1962	2- 2-1962	Estratigráfico	747
28	H-14-47	47	CEPSA-SPANGOC 19	3- 2-1962	17- 2-1962	Estratigráfico	1.231
29	H-14-47	47	CEPSA-SPANGOC 20	19- 2-1962	21- 2-1962	Estratigráfico	646
30	H-16-47	47	CEPSA-SPANGOC 21	23- 2-1962	26- 2-1962	Estratigráfico	655
31	UGRANAT-A1-32	32	AMOSPAIN-IN: 1	25- 2-1962	20- 6-1962	Negativo	3.689
32	CORC 1-15	15	CHAMPLIN-SUN-PURE-IBÉRICA 1	26- 2-1962	5- 5-1962	Negativo	3.470
33	H-17-47	47	CEPSA-SPANGOC 22	27- 2-1962	9- 5-1962	Estratigráfico	1.034
34	B-1-51	51	CEPSA-SPANGOC 23	10- 3-1962	14- 3-1962	Estratigráfico	610
35	1-52	52	TIDEWATER-SOHIO 2	12- 3-1962	20- 7-1962	Negativo	4.131
36	B-2-51	51	CEPSA-SPANGOC 24	15- 3-1962	19- 3-1962	Estratigráfico	625
37	B-3-51	51	CEPSA-SPANGOC 25	20- 3-1962	28- 3-1962	Estratigráfico	913
38	B-4-51	51	CEPSA-SPANGOC 26	28- 3-1962	10- 4-1962	Estratigráfico	1.213
39	D-5-51	51	CEPSA-SPANGOC 27	14- 3-1962	7- 5-1962	Estratigráfico	1.609
40	HAGUNIA 1-2	2	UNIÓN-IBÉRICA 3	1- 5-1962	10- 6-1962	Negativo	2.401
41	G-6-51	51	CEPSA-SPANGOC 28	10- 5-1962	25- 5-1962	Estratigráfico	1.189
42	E-1-66	66	CEPSA-SPANGOC 29	28- 5-1962	17- 6-1962	Estratigráfico	1.640
43	SEMARA 1-17	17	VALDEBRO 1	30- 5-1962	18- 6-1962	Estratigráfico	262
44	CORC 1-23	23	CHAMPLIN-SUN-PURE-IBÉRICA 2	30- 5-1962	25-10-1962	Negativo	4.199
45	E-1-65	65	CEPSA-SPANGOC 30	18- 6-1962	6- 7-1962	Estratigráfico	1.529
46	1-48	48	TIDEWATER-SOHIO 3	2- 8-1962	26-10-1962	Negativo	3.926
47	1-12	12	ATLANTIC 4	7- 9-1962	25- 9-1962	Negativo	1.504
48	2-12	12	ATLANTIC 5	1-10-1962	12-11-1962	Negativo	2.101
49	EL HACH-1-11	11	PHILLIPS 3	25-10-1962	↓		↓
50	CORC 2-23	23	CHAMPLIN-SUN-PURE-IBÉRICA 3	9-11-1962	↓		↓
51	1-7	7	TIDEWATER-SOHIO 4	13-11-1962	↓		↓
52	SEMARA 2-17	17	VALDEBRO 2	12-12-1962	↓		↓



CUADRICULAS CONCEDIDAS

- ATLANTIC 12-67-77
- CALTEX-INI 22-31-32-41-45-57
- CAMPSA-RICHFIELD-CITIES SERVICE 30-39-40-43
- GULF-CEPSA 3-9-10-16-47-51-65-66-97
- PAHOC-INI 5-6
- PHILLIPS 4-11
- SOHIO-URQUIJO 48-52-53-56-60
- SUN-CHAMPLIN-PURE-IBERICO 15-23
- TIDEWATER-URQUIJO 7-13-14-24
- UNION-IBERICO 1-2-8
- VALDEBRO-INI 17-44

● SONDEOS TERMINADOS COMPLETADOS O COMENZADOS EN 1962

NUEVAS CONCESIONES DURANTE 1962

IPESA-INI 18

BIBLIOGRAFÍA

- ALMELA, A.: *Las investigaciones petrolíferas en la vertiente sur pirenaica*. «Pirineos», números 31-32. Zaragoza, 1954.
- -- *Symposium sobre yacimientos de petróleo y gas. La investigación petrolífera en España*. XX Congreso Geológico Internacional. 39 págs. México, 1956.
- -- *Synthèse Stratigraphique du Bassin de l'Ebre*. III^e Congrès National du Pétrole Française. Pau, 1957.
- -- *La vertiente sur pirenaica desde el punto de vista de la investigación petrolífera*. NOT. Y COM. INST. GEOL. Y MIN. DE ESP., núm. 50, 38 págs. Madrid, 1958.
- -- *El Ebro y el petróleo*. Conferencia pronunciada en la Real Sociedad Geográfica. Madrid, 1959.
- -- *Geología del petróleo en España*. Conferencia inaugural del curso sobre investigación, explotación, transporte y refino de hidrocarburos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid.
- BENTZ, A.: *Petróleo en Alemania*. (Introducción por J. M.^a Ríos.) N. Y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 15. Madrid, 1946.
- CAMPSA: *Prospección petrolífera*. Folleto de Información. Madrid, 1953.
- DUFUY DE LÔME, E.: *Las investigaciones de petróleo en España*. «Bol. del I. G. y M. de España», t. III. Madrid, 1937.
- -- *Terrenos petrolíferos españoles*. «B. O. de la Dirección General de Minas», año XXI, número 237, febrero-marzo.
- -- y SÁNCHEZ LOZANO: *Un aspecto de las investigaciones petrolíferas en España*. CLXXV aniversario de la Escuela de Minas. Madrid.
- ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS: *Conferencias de diversos autores en el Curso de Hidrocarburos, 1960-61*.
- GARRIDO, J.: *La prospección de petróleos en España*. «Combustibles», año VII, núms. 45 y 46. Zaragoza, 1948.
- GÁVILA, J.: *Regiones petrolíferas en Andalucía*. «Bol. Com. del Mapa Geológico de España», t. XXXVII. Madrid, 1916.
- -- *Yacimientos de petróleo en Huidobro (Burgos)*. «Bol. Com. del Mapa Geológico de España», t. XXXVII, pág. 265, segunda serie, tomo XVII. Madrid, 1916.
- -- y J. M.^a RÍOS: *Actividades de Adaro y Valdebro en la investigación de hidrocarburos*. N. Y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 38, pág. 121. Madrid, 1955.
- GIL RUIZ, R.: *El camino a seguir para el descubrimiento de los combustibles sólidos y líquidos en España*. «B. O. de Minas y Metalurgia», núm. 108, pág. 447. Madrid, 1923.
- GIMÉNEZ AGUILAR, J.: *El yacimiento petrolífero de Cuenca*. «Bol. R. S. E. de H. H.», tomo 28, pág. 39. Madrid, 1928.
- GONZÁLEZ LASALA, J.: *Areniscas bituminosas petrolíferas del Puerto del Escudo en los confines de las provincias de Santander y Burgos*. «Bol. Com. del Mapa Geológico de España», t. III, págs. 235-291. Madrid, 1876.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *Noticias sobre los petróleos de Garrucha (Almería)*. «Revista Minera», t. 82, 35. Madrid, 1931.
- -- *Investigaciones petrolíferas en España*. «Revista Minera», serie C, pág. J. Madrid, 1935.
- -- *Aportación a la bibliografía del petróleo en España*. N. Y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 15. Madrid, 1946.
- HEVIA, T.: *Pizarras bituminosas de la Sierra de Bodes (provincia de Oricó)*. N. Y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 12. Madrid, 1944.
- I. N. I.: *Aportación del Instituto Nacional de Industria a las investigaciones de hidrocarburos*. «Revista INI», oct-nov. 1961.

- JORGE E. DE: *Registros de petróleos en Santander*. «B. O. de Minería y Metalurgia», número 88, pág. 966. Madrid, 1924.
- MARIN, A.: *El petróleo en España*. Discurso de inauguración del curso académico en la Real Academia de Ciencias de Madrid, noviembre 1947.
- — *El petróleo en España*. Revista «Combustibles», núms. 41 y 42. Zaragoza, 1948.
- MAZARRASA, J. H.: *Estudio de las sustancias bituminosas de la provincia de Santander. El problema del petróleo en España*. «B. O. de Minería y Metalurgia», núm. 75. 1923.
- — *Estudio de yacimientos petrolíferos y sustancias bituminosas*. «Catálogo Descriptivo de Criaderos Minerales de España», Consejo de Minería, t. 2, fasc. 20. Madrid, 1934.
- MIR, N.: *Estudio de la zona petrolífera del Pirineo catalán en las provincias de Barcelona y Gerona*. «B. O. de Minería y Metalurgia», núms. 49 y 50. Madrid, 1921.
- MONTESINOS, L.: *Los combustibles líquidos nacionales*. «Bol. del Instituto Geológico y Minero de España», t. LI, pág. 323. Madrid, 1929.
- NOVO, P. DE: *La investigación del petróleo en la Península*. «Revista Minera», pág. 405, 1925.
- — *Les gisements de pétrole en Espagne*. Congreso Geológico Internacional. C. R. de la XII ses., tercero, pág. 1349. Leija, 1926.
- O'SHEA, G.: *Informe del Instituto Geológico y Minero de España sobre las pizarras bituminosas de la provincia de Soria*. «Boletín Oficial de Minas», núm. 8. 1918.
- RÍOS, J. M.: *Las investigaciones del petróleo en España*. N. y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 19. Madrid, 1949.
- — *Breve noticia del estado actual de las investigaciones del petróleo en España*. VII Congreso Nazionale del Metano e del Petrolio. Sezione I. Palermo, 1952.
- — *Comentarios al artículo de H. D. Hedberg: Perspectivas petrolíferas mundiales desde un punto de vista geológico*. N. y C. DEL I. G. DE ESPAÑA, núm. 39. Madrid, 1955.
- — *Marcha de las investigaciones de petróleo en España, 1952-55*. Revista «Combustibles», año XV, núms. 78 y 79. Zaragoza, 1955.
- — *La búsqueda del petróleo en España*. «Minería y Metalurgia».
- — *The Search for Oil in Spain*. «World Petroleum», Nueva York, octubre 1956.
- — *Recent petroleum activities in Spain*. «World Petroleum», pág. 53. Nueva York, marzo 1958.
- — *Relación de los principales sondeos para investigación de petróleos llevados a cabo en España desde 1939*. N. y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 50. 1958.
- — *Comentarios acerca de las consecuencias geológicas de los sondeos de investigación de petróleos*. «Min. y Met.», año XIX, núm. 214. Madrid, febrero 1959.
- — *Algunas consideraciones acerca del enjuiciamiento del Valle del Ebro en sus posibilidades petrolíferas*. N. y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 53. Madrid, 1959.
- — *Problemas que plantea la investigación de petróleos en España*. Revista «Arbor», número 160. Madrid, abril 1959.
- — *Algunas áreas especiales de las zonas subpirenaica y de la cuenca del Ebro*. N. y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA. Madrid, 1960 (en prensa).
- — *Criterios cartográficos en prospección de petróleos*. Curso de petróleo de la Escuela de Minas. Madrid, 1960-61.
- — *Posibilidades petrolíferas del subsuelo español en su relación con el origen del petróleo y su condiciones de yacimiento*. Ed. Alhambra. Madrid, 1960.
- — *Relación de los principales sondeos para investigación de petróleos llevados a cabo desde 1939 hasta mayo de 1960*. N. y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 59, III trimestre, año 1960. Madrid, pp. 133-166. Un cuadro y cinco láminas.
- — *Relación de las principales actividades para la investigación de hidrocarburos llevadas a cabo durante 1960*. N. y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 63. Madrid, 1961.
- — *Relación de las principales actividades para la investigación de hidrocarburos llevadas a cabo durante 1961*. N. y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 66. Madrid, 1962.

- SANZ, R.: *El petróleo en España*. «Mem. del I. G. y M. de España». Madrid, 1948.
- — *Datos para el conocimiento de los yacimientos primarios de petróleo en las regiones ibero-cantábricas*. «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», t. LXIII, pág. 325. Madrid, 1949.
- SONDEOS (Comité Nacional de): *Catalogación provincial de los sondeos efectuados en España*. Madrid, 1929-32.
- VALLE DE LERSUNDI, A. DEL: *Investigaciones de petróleo en España*. «Revista Minera», tomo LXXXV. Madrid, 1934.
- VARIOS AUTORES: *Núm. 38 de N. y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, dedicado a las investigaciones de petróleos*. Madrid, 1955.
- VIDAL, L. M.: *Yacimientos petrolíferos. Los afloramientos*. «Minería y Metalurgia». Madrid, 1923.

Recibido el 8-III-1963.

AGUSTIN NAVARRO Y EMILIO TRIGUEROS
Ingenieros de Minas del Inst. Geol. y Min. de España

LA GEOLOGIA MURCIANA

RESUMEN

Hallamos en la provincia de Murcia huellas de plegamientos hercynianos, de ejes tectónicos E.-W. y pliegues amplios y tranquilos. Durante el Jurásico se forman las áreas Prebética, Subbética y Bética. En el Eoceno medio encontramos un enérgico y breve período de plegamiento cuya intensidad es creciente de Norte a Sur, excepto en la zona Bética, donde apenas se nota. En estos plegamientos se forman las escamas de Chíchchar y Espuña.

Finalmente, existe una fase de plegamiento neo-alpina de edad miocena media, donde se han producido los deslizamientos de las Sierras del Gigante y Culebrina.

SUMMARY

Traces of tectonic E-W axis and Hercynian and broad folding have been found in the Province of Murcia. During the Jurassic age, the Prebetic, Subetic and Betic areas are formed. On the middle Eocen there was an energetic and short founding whose intensity grew up from north to south except in the Betic zone where it was scarcely remarked. In these foldings the overthrust of Chichar and Espuña are formed.

Finally there was a phase of neo-alpin, middle miocen folding in which the sliding of Sierra del Gigante and Culebrina are formed.

INTRODUCCIÓN

Como resultado de una serie de años de trabajo geológico en la Provincia de Murcia, hemos completado el Mapa Geológico provincial, que pronto se publicará.

Entre tanto, y sin perjuicio de extendernos sobre el tema en otros trabajos, queremos solamente apuntar algunas de las más importantes conclusiones, que no vamos a justificar aquí, y que se nos han impuesto tras largos períodos de duda.

Paleozoico

El sur de la Provincia de Murcia está constituido por una serie de esquistos y pizarras en la que se intercalan cuarcitas y areniscas y en especial un tramo variable y a veces potente de mármoles y cuarcitas. Creemos que todo este conjunto corresponde al Paleozoico.

Corresponden al Paleozoico inferior unas series de esquistos con capas intercaladas episódicamente de cuarcitas, y a veces hasta anfibolitas (en relación con magmas básicos) y neises. (Potencia del orden de los mil metros).

Corresponde al Siluriano superior un gran paquete de mármoles, irregular, y que lateralmente pasa hasta cuarcitas. (Potencia del orden de los 300 metros)

Corresponde al Paleozoico superior un paquete de pizarras, con techo de grauwackas y areniscas del Carbonífero. (Potencia del orden de los 800 metros.)

El Paleozoico está plegado variscicamente en estructuras amplias y tranquilas, de eje E-W.

Triásico.

El Trias presenta gran variedad de facies. Al sur del río Guadalentín es marino, y al norte, continental, salvo el tramo medio. En general, se apoya discordante sobre el Paleozoico. Los cambios laterales de facies se pueden seguir bien en la provincia. El Trias superior ya no se deposita en el centro del área bética.

Liásico y Jurásico.

En estas épocas cesa la sedimentación en el área bética, que se comporta desde entonces hasta el Mioceno como un antepaís. El borde sur del Bético debe coincidir muy aproximadamente con el litoral mediterráneo actual.

Simultáneamente aparece una diferenciación de facies al norte del río Cuadalentín, con la formación de una serie jurásica margosa o margocaliza en el área subbética, que empieza también a individualizarse.

Las facies del sur del Subbético son litorales y se acuñan hacia el Sur.

Cretáceo.

Se diferencian claramente Prebético, Subbético y Bético.

El Prebético con facies de calizas y arenas, parecido al del borde de la meseta. El Subbético con una serie monótona de margas que abarca todo el Cretáceo. En el Bético no hay sedimentación.

Eoceno-Oligoceno-Mioceno inferior.

La base del Eoceno se deposita concordante con el Cretáceo en el Subbético (salvo el estricto borde sur) y borde sur del Prebético. La sedimentación se hace en facies flysch.

En el Eoceno medio encontramos un breve pero intenso movimiento orogénico. Las intensidades de los plegamientos aumentan de norte a sur en el Prebético y Subbético. En el Bético, donde no hay sedimentos frescos, sólo se notan fracturas y desplazamientos diferenciales de los paquetes (Trias medio y Siluriano) sobre las series arcillosas infravacentes.

La intensidad de plegamiento máxima ocurre en el borde Subbético-Bético, con fenómenos de cabalgamiento y grandes cobijaduras (triple escama de Sierra Espuña y doble escama en Sierra Chichar o Tercia) y gran compresión tangencial. Las cobijaduras son de norte a sur.

En el área central subbética afloran como resultado de plegamiento y erosión los paquetes duros liásicos sobre el Keuper arcilloso.

Tras un breve período de erosión nos encontramos un ciclo transgresión-regresión que abarca desde el Eoceno medio al Burdigalense. El Eoceno medio transgresivo y posorogénico cubre virtualmente casi toda el área del Subbético y el Prebético. El Bético sigue sin sedimentación.

La regresión siguiente reduce las áreas sedimentarias del Oligoceno y todavía más las del Aquitaniense y Burdigalense, este último localizado en el área central del Subbético.

Mioceno medio.

Se inicia un ciclo transgresivo que, por primera vez, desde la base del Mesozoico cubre a la vez Prebético, Subbético y Bético, salvo algunas áreas del NW. de la provincia.

La transgresión coincide con una fase de plegamiento nealpino, que moviliza los paquetes del Liás del NW. de la provincia y los hace deslizar sobre el Trias en parte y sobre el Cretáceo margoso y Eoceno-Mioceno inferior, en el Subbético.

Las sierras de María, Culebrina y Gigante están deslizadas de norte a sur. Las Sierras al W. del macizo de Revolcadores, de sur a norte. Los deslizamientos son simultáneos con la sedimentación del Mioceno medio (Helveciense, Vindoboniense) y es posible encontrar Mioceno medio bajo y sobre los paquetes deslizados.

En el Bético la tectónica responde a fracturas de zócalo. Entre zonas muy tranquilas, hay bordes muy tectonizados.

Mioceno superior-Plioceno.

La actividad orogénica es residual. Las cuencas marinas se fraccionan y se inicia la regresión hasta la época actual.

En el Mioceno superior hay precipitación de evaporitas (yesos, azufre) que pasa a continental en el Plioceno. En el Sur de la provincia el Plioceno tiene todavía base marina, pero al final recibe importantes depósitos continentales de gravas y arcillas, principalmente en los actuales valles (Valle del Guadalentín, Campo de Cartagena).

Magmatismo.

Vemos un magmatismo de diabasas y ofitas posherciniano, puesto que afecta al Paleozoico y al Triás, pero no a tramos más altos.

Hay otros magmatismos de andesitas, dacitas y traquitas en el Intramio-medio, que ha producido las zonas mineralizadas de Mazarrón y Cartagena.

Finalmente hay una fase de vulcanismo residual-plioceno con veritas, ju-millitas y fortunitas.

Recibido el 13-III-1963.

AGUSTIN NAVARRO ALVARGONZALEZ Y EMILIO TRIGUEROS MOLINA

ESTUDIO GEOLOGICO DEL BORDE ORIENTAL DE LA SIERRA ESPAÑA (MURCIA)

RESUMEN

Se estudian las tres escamas que constituyen la base de la Sierra de España. Se ve que la escama superior corresponde a facies más septentrionales y la inferior a facies meridionales. El desplazamiento, por lo tanto, ha tenido lugar de Norte a Sur.

Se acompaña una mapa geológico del borde oriental de la Sierra España.

SUMMARY

The three different tectonic unities wich form the base of the Sierra de España are again studied. We remarc the upper tectonic unity belongs to northrn facies and the lower unity to southern facies. This fact seems to indicate that the horizontal move-mens are from the north to the south.

A geologic map of the east zone of Sierra España is included.

La geología de Sierra España es de las más complejas que pueden encontrarse en toda España. Diversos e ilustres geólogos españoles y extranjeros han recorrido sus caminos y barrancos buscando una interpretación que todavía hoy día resulta incompleta.

Los autores del presente estudio dan, en el plano geológico que acompaña la presente Memoria, la interpretación que creen más acertada, corrigiendo las anteriores en lo que las determinaciones de micropaleontología, nueva técnica en esta zona, han aportado de concluyente.

1. ESTRATIGRAFÍA

Hemos diferenciado en el Plano Geológico nueve tramos geológicos diferentes, procurando que esta diferenciación sea la mínima que haga comprensible la estructura de la Sierra España en el sector representado. Así, en

Mioceno, complejo y variado en sí, lo hemos reunido en un solo tramo para simplificar la representación.

Vamos a describir rápidamente estos tramos geológicos, empezando de más antiguo a más moderno.

a) *Triásico inferior*

Se presenta en dos facies diferentes, una marina, Werfeniense y otra continental, el Permo-Bunt.

El Werfeniense (W) es un conjunto de filitas abigarradas de colores vivos característicos, rojos violetas y verdes, con intercalaciones de capas de cuarcita blanca. Su potencia puede llegar a los 300 metros. La roca dominante, la filita, es una arcilla algo metamorfozada y apizarrada, blanda, desmenuzable en polvo (se le llama a veces pizarras de polvo de aluminio), se corta con la navaja y está constituida por diminutos cristales de micas de todas clases mezcladas con óxidos de hierro y manganeso que le dan los tonos característicos. Contiene abundantes segregaciones de cuarzo con clorita.

El Permo-Bunt (B₁ y B₂) es en conjunto un gran paquete detrítico de arcillas rojas y areniscas y cuarcitas. En el área estudiada tenemos una repetición del paquete, que hemos llamado B₁ y B₂. La serie inferior, B₁, tiene una potencia conjunta superior a los 200 metros, aunque en zonas se halla disminuida por laminación. Comienza por un conjunto de argilitas rojas oscuras, color hez de vino; tiene a continuación un tramo de cuarcitas y areniscas en bancos gruesos y termina con otro paquete similar al de la base de arcillas rojas.

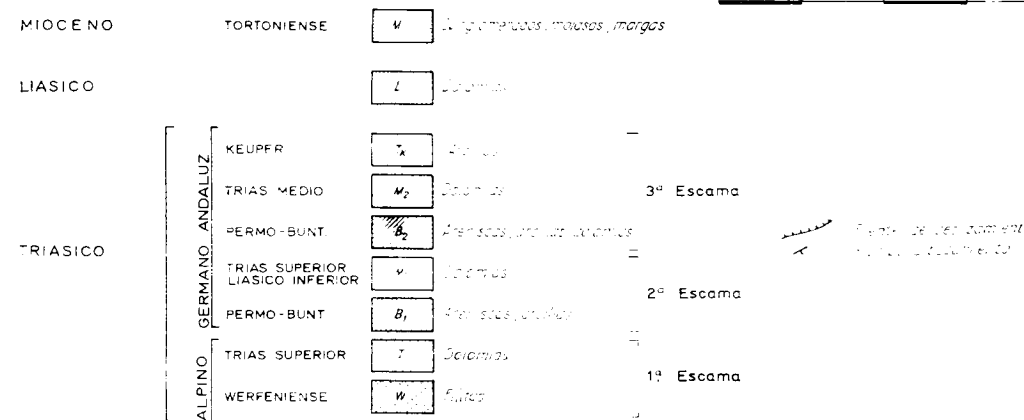
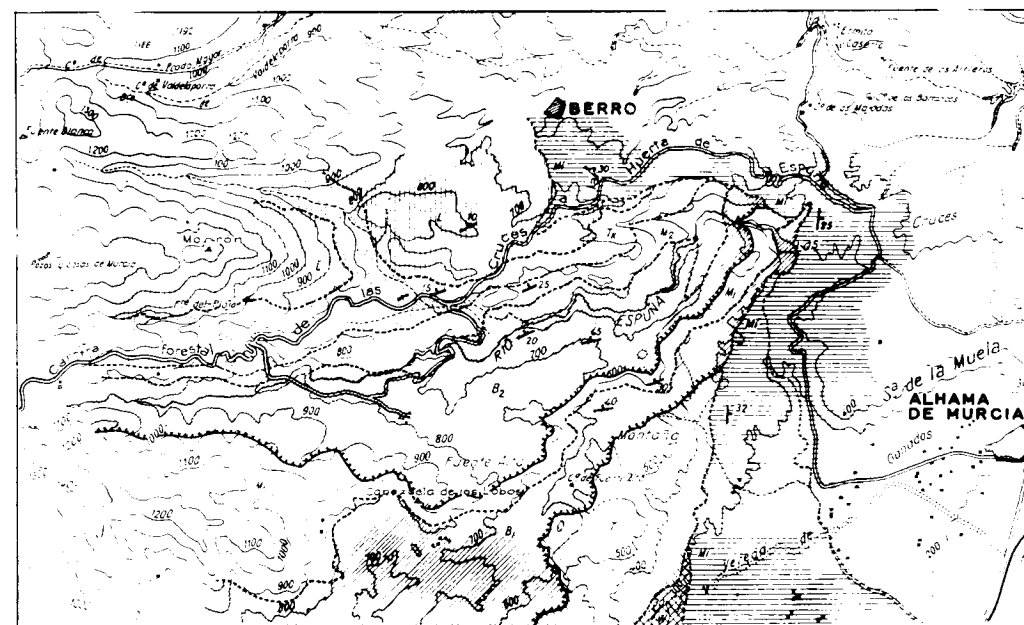
La serie superior B₂ es más compleja.

Tiene una potencia superior a los 400 metros. Comienza por una serie de arcillas rojas similares a las de base de B₁. Sigue también un paquete silíceo pero menos metamórfico, con areniscas en lugar de verdaderas cuarcitas. Hacia el techo aparecen algunos bancos de conglomerados de canto menudo y cemento arcilloso rojo. Sobre el paquete de conglomerados sigue otra serie arcillosa y luego hay una alternancia de dos paquetes de arcillas rojas con dos niveles de dolomías tableados.

Los niveles de dolomías tienen una potencia de 15 a 18 metros (inferior y superior, respectivamente) y pueden considerarse también como parte inferior del Triás medio. Las arcillas rojas intercaladas carecen de microfauna.

b) *Triásico medio*

Lo encontramos repetido en tres escamas tectónicas diferentes. Gracias a la microfauna hemos podido relacionar idénticas edades en las tres series.



De las diversas muestras estudiadas en lámina transparente hemos obtenido la siguiente descripción general litológica y paleontológica.

La serie del Triásico medio consiste en unas capas que varían desde calizas algo margosas, recristalizadas, a calizas dolomíticas recristalizadas.

En superficie ofrecen un aspecto general gris sucio y en sección varían de negro-gris a pardo-ocre. Las matrices de las rocas son todas calizas o dolomíticas. Frecuentemente se ven cruzadas por bandas de calcita blanca.

Gracias a la microfauna hemos podido determinar su edad triásica media. En diferentes muestras de roca estudiadas al microscopio hemos obtenido: Esquirlas de Halobias, Ostrácodos, Fragmentos de Equinodermos, Algas Gasterópodos, Valvulinidos, Foraminíferos arenáceos: Ammodiscidos, que en conjunto definen la edad de Triás medio de la formación.

En el plano geológico la hemos representado por T, M₁ y M₂, puesto que aparece en triple escama. En la escama inferior T corresponde a un paquete dolomítico recristalizado de más de 300 metros de potencia. En la segunda escama, M₁, tiene una potencia de 170 metros y abarca también el Triás superior hasta el Liásico medio. En la escama superior, el paquete tiene (M₂) una potencia de 80 metros, correspondiente íntegramente al Triás medio. Los paquetes dolomíticos intercalados en B₂ habría que referirlos también de acuerdo con la microfauna, al Triás medio.

Estas dos pequeñas intercalaciones dolomíticas presentan un aspecto característico que destacamos:

— Matriz caliza recristalizada, que encierra gran cantidad de nódulos margosos, a veces estirados y deformados de modo característico de laminación; hay algunos que parecen oolitos y otros, calcificaciones de algas.

La laminación que presentan es característica de las series deslizadas. Estos signos de deslizamiento y la identificación paleontológica de los tres niveles superpuestos calizo-dolomíticos demuestran, a nuestro parecer, indudablemente, la triple escama tectónica de la Sierra de Espuña, imbricación señalada en primer lugar hace tiempo por el profesor Fallot, pero nunca realmente probada.

c) *Triásico superior*

En las dos escamas inferiores aparece con idéntica facies que el Triás medio y en el plano geológico las hemos incluido en él, como M₁ y T.

En cambio, en la escama superior consiste en un conjunto de margas y arcillas verde-amarillento blanquecinas, con abundantes yesos intercalados. Es la serie del Sanatorio de Espuña. Los estudios al microscopio de muestras levigadas no han determinado restos orgánicos, pero sí han encontrado en el residuo mucho cuarzo, especialmente en cristales bipiramidados, blancos o incoloros y fragmentos calizos (entre ellos, unas masas redondeadas algo irregulares).

Litológicamente, tanto por su conjunto margoso-arcilloso, como por la presencia de yesos y cuarzos bipiramidados, se parece ya al Keuper de la facies germánica del Triás superior. En el plano lo hemos señalado como T_k.

d) *Liásico*

Concordante sobre el Triás superior encontramos otro paquete dolomítico (1) que corona parte de los vértices de la Sierra Espuña. Muestras estudiadas en las capas basales dan matriz caliza recristalizada en granos con tendencia a la forma romboédrica. No contiene fósiles.

En efecto, las capas inferiores del Liás no muestran fósiles en ninguna zona de la Sierra Espuña. Los primeros fósiles, determinados por microfauna, corresponden ya al Liásico medio.

Queremos apuntar aquí un hallazgo notable realizado en varios diferentes lugares del techo de la segunda escama (M₁). Muestras estudiadas en lámina transparente han proporcionado una serie de restos orgánicos, casi borrados por la recristalización, entre otros: *Thaumatoporella parvovesiculifera*, Valvulinidos, entre ellos *Haurania*, Ostrácodos, Ammodiscidos, que determinan un Liás medio arceciense. He aquí la prueba final de que existe la triple repetición tectónica en Espuña. La serie intermedia dolomítico-caliza (M₁) se extiende hasta el Liás medio.

e) *Mioceno*

El estudio del Mioceno cae fuera del objeto del presente estudio. Diremos únicamente que se adosa, discordante y transgresivo, a las faldas de la Sierra. Comienza en un Helveciense detrítico de conglomerados y molasas y sigue con un Vindoboniense margoso hasta un Mioceno superior margoso casi horizontal.

2) TECTÓNICA

Dentro de su complejidad, puede resumirse en grandes rasgos. En conjunto vemos, una serie isoclinal, buzando al NW, que arranca con un Triás inferior, sigue con Triás medio, vuelve con una segunda escama a un Triás inferior, sigue con Triás medio superior y Liás inferior y medio y recurre en la tercera escama a Triás inferior; sigue Triás medio, Keuper y Liás.

La triple repetición triásica sucede dentro de cambios parciales de facies en el Triás, cambios en potencia y litología que hemos descrito al hablar de estratigrafía.

La probable edad de la triple imbricación se remonta al Eoceno inferior

y medio, ya que el propio Eoceno medio resulta discordante sobre el conjunto de la Sierra.

España debió permanecer como una imponente isla en el mar oligoceno y prolongarse frente a la erosión hasta la fecha actual. La transgresión miocena llegó sólo hasta media altura de sus faldas.

Los plegamientos miocenos sólo la reformaron ligeramente. En general produjeron repliegues locales.

Recibido el 25-III-1963.

EMILIO TRIGUEROS MOLINA Y AGUSTIN NAVARRO ALVARGONZALEZ

ESTUDIO GEOLOGICO DE UN AREA DE VERA, CUEVAS DE ALMANZORA Y MOJACAR (ALMERIA)

RESUMEN

Se cartografian dos nuevas áreas geológicas en la provincia de Almería. Una al E. de la Sierra de Filabres y otra al NE. de la Sierra Cabrera. En los dos casos encontramos una base del Paleozoico sobre la que yace un Trias marino. El conjunto se encuentra bajo un Mioceno medio. Como novedad separamos las capas de mármoles del Siluriano de las dolomias del Trias, con lo cual la interpretación tectónica de la zona se simplifica grandemente.

SUMMARY

Two new zones in the betic of the South East Spain (provincia de Almería) are mapped. One of them belongs to the Sierra de Filabres, the other one to NE. Sierra Cabrera. In every case we find a Palaeozoic base over which there is an alpine Triassic. The whole lies under a middle Miocene. As a new matter we separate the Siluric marble beds and the dolomitic Triassic beds. The country tectonic is, with these assumptions, made easier.

GEOLOGIA

Los terrenos geológicos que afloran en el area estudiada son los característicos de la zona española denominada geológicamente «Bético». Corresponden en conjunto a terrenos paleozoicos, triásicos y miocenos, con un afloramiento de rocas básicas de edad relativamente moderna (intra-miocena). Vamos a describirlos brevemente de más antiguo a más moderno (figs. 1, 2 y 3).

I) ESTRATIGRAFIA

A) *Paleozoico inferior*

Comprende tramos que abarcan desde el Siluriano hasta series más antiguas. Su asignación de edad la hacemos en virtud de que está *debajo* de una

serie siluriana. Morfológicamente se compone de esquistos brillantes, de tonos grises a azules, generalmente oscuros.

Metamórficamente se encuentran en la zona de metamorfismo regional de medio a débil, en las facies de clorita-biotita, clorita-sericita, anfibolita-epidota-albíta, alguna muestra con mayor índice de metamorfismo, hasta aparición de granate.

Petrográficamente corresponden a esquistos de diversos tipos: clorítico, albitico-epidótico, cuarzo-sericítico, cuarzo-clorítico, etc., derivados de sedimentos pelíticos arcillosos o pizarras por metamorfismo regional débil a medio, o partiendo de sedimentos arenosos puros que contienen dolomita, caolinita o clorita y calcita.

En algunas zonas más tectonizadas, hay esquistos glaucofánicos, donde debido a un aumento de presión, el plagioclasa cede al anfíbol sodio para formar glaucófano.

Se encuentran también, segregaciones de cuarzo y recristalizaciones de poca importancia en areniscas y cuarcitas en pequeños bancos intercalados en la serie silicatada.

Hemos de añadir, como observación general, que en estas muestras metamórficas, así como en otras series superiores, la proporción elevada de turmalina, así como su hábitus idiomórfico, no de procedencia detrítica, hacen suponer que estas rocas han sufrido ciertos efectos de metamorfismo neumatolítico (al menos en el área que estudiamos).

B) *Siluriano superior*

Constituye la serie más compleja de todo el Paleozoico. Contribuyen a ello los cambios laterales de facies que presentan, tanto en composición como en potencia.

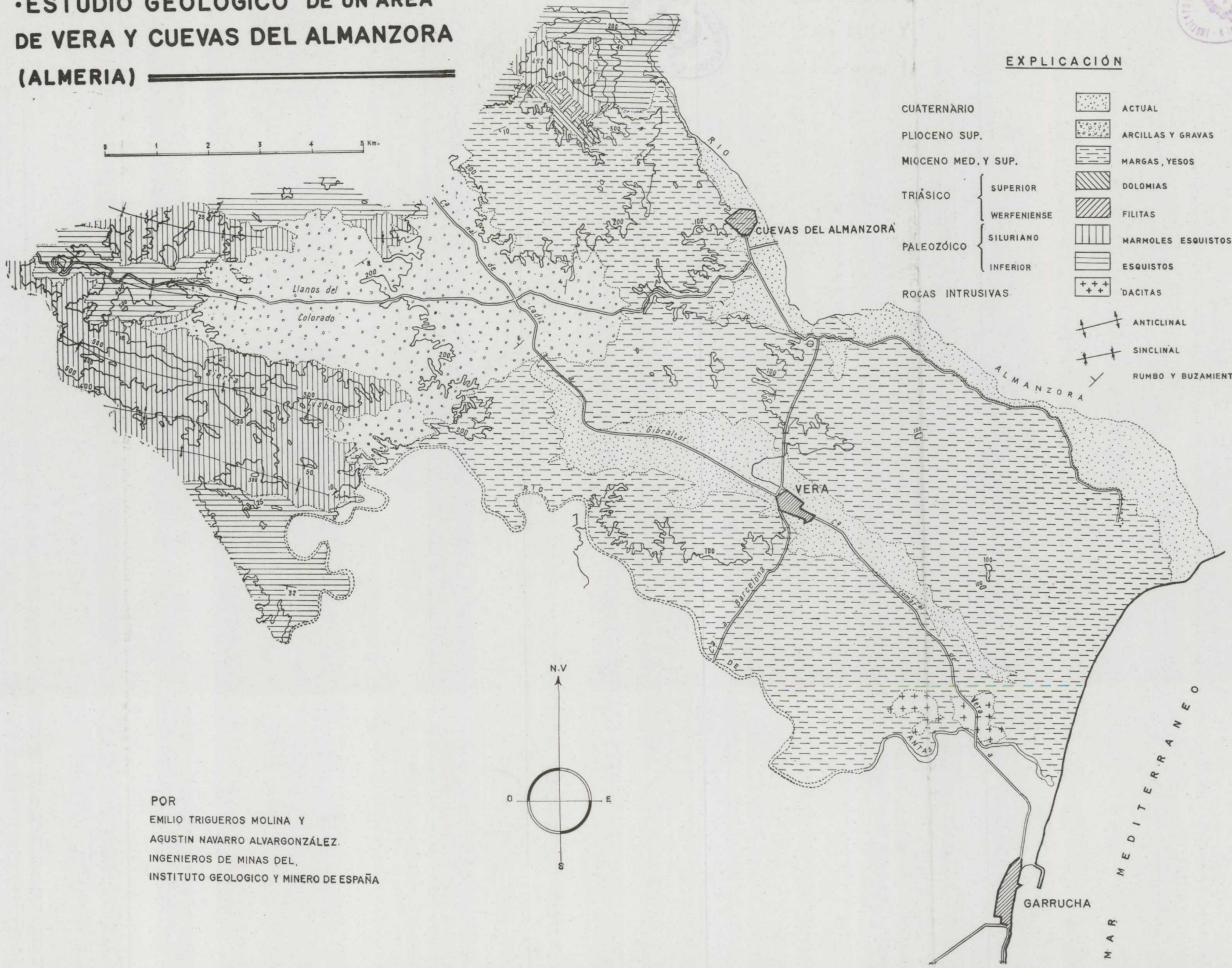
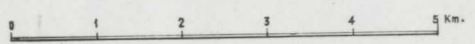
El aspecto general es el de una formación nerítica o litoral, con arrecifes, playas y pequeñas lagunas salobres. La serie debió corresponder a un período de inestabilidad del fondo marino, quizás a unas leves ondulaciones intrasilurianas o del Cambriano superior. Su aspecto actual varía enormemente en el ámbito provincial. En lugares se presenta como un potente conjunto calizo-dolomítico, para pasar lateralmente a bancos calizos con mica y esquistos intercalados de colores suaves, verdosos y grises. Hacia la base pero a veces comprendiendo el paquete entero, se compone de capas de cuarcitas con intercalaciones de esquistos, e incluso los bancos de cuarcitas y areniscas alcanzan potencias de 200 metros (Sierra de Carrascos, al S. de Murcia).

Es siempre, dentro del conjunto paleozoico, un paquete *más duro* frente a la erosión.

Las porciones dolomíticas han sido lugar preferido para las mineraliza-

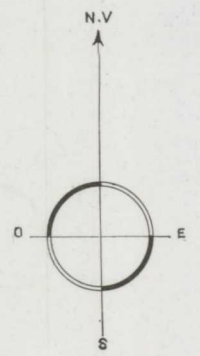


• ESTUDIO GEOLÓGICO DE UN AREA DE VERA Y CUEVAS DEL ALMANZORA (ALMERIA)



EXPLICACIÓN

CUATERNARIO		ACTUAL
PLIOCENO SUP.		ARCILLAS Y GRAVAS
MIOCENO MED. Y SUP.		MARGAS, YESOS
TRIÁSICO	SUPERIOR	DOLOMIAS
	WERFENIENSE	FILITAS
PALEOZOÍCO	SILURIANO	MARMOLES ESQUISTOS
	INFERIOR	ESQUISTOS
ROCAS INTRUSIVAS		DACITAS
		ANTICLINAL
		SINCLINAL
		RUMBO Y BUZAMIENTO

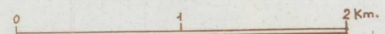


POR
 EMILIO TRIGUEROS MOLINA Y
 AGUSTIN NAVARRO ALVARGONZÁLEZ.
 INGENIEROS DE MINAS DEL
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

ESTUDIO GEOLOGICO DE UN AREA EN MOJACAR (ALMERIA)



- CUATERNARIO
 - Actual
 - Toba
- MIOCENO SUPERIOR
 - Margos
- HELVECIENSE
 - Molares
- TRIAS MEDIO Y SUPERIOR
 - Dolomías
- WERFENIENSE
 - Filitas
- SILURIANO
 - Mar moles
- PALEOZOICO
 - Pizarras



ciones de hierro, y las partes cuarcíticas se han mineralizado también frecuentemente asociadas a magmas básicos (pero no son las únicas).

Existe también un hecho notable y que ha contribuido mucho, a nuestro juicio, al mal entendimiento de la geología provincial. En determinados lugares, presenta en la base *masas de yesos*, blancos, sacaroideos, de grano fino y baja calidad (en zonas de Murcia).

La atribución «por definición» de tales yesos al Triásico se han venido haciendo de forma sistemática desde siempre, y nos parece que esta rectificación puede ayudar enormemente a simplificar la interpretación geológica provincial.

La discontinuidad y variación de potencia de estos arrecifes y playas, entre dos paquetes potentes arcillosos, han sido causa de su complicada deformación ante las tensiones y empujes orogénicos. Su frecuente identidad aparente con un Triásico dolomítico mal conocido, ha hecho que se identificara con ese tramo, creando unos problemas de interpretación de primera magnitud.

El reciente hallazgo de *fósiles silurianos* en esta formación en la Sierra de las Estancias, por dos compañeros nuestros, los señores Ricart y Sánchez Paus, concretamente de: *Stromatopora concéntrica*, Gold., nos resulta una confirmación muy importante de nuestra hipótesis.

El estudio de la roca en sí es variable, pero ciñéndonos a las facies caliza y dolomítica podemos resumir:

Dolomía: roca metamorfizada, con granos de tamaño medio (0,1 milímetro de diámetro de dolomita, Textura en mosaico. Entre los granos de dolomita se observan láminas de moscovita, cuarzo y magnetita.

Caliza cristalina (mármol): Textura granoblástica saturada. Secciones de calcita que no muestran señales de deformación, pues no tienen extinción ondulosa ni las maclas y planos de deslizamiento aparecen curvados. Todo hace suponer un recrystalización postectónica.

En la masa hay láminas de muscovita y cuarzo.

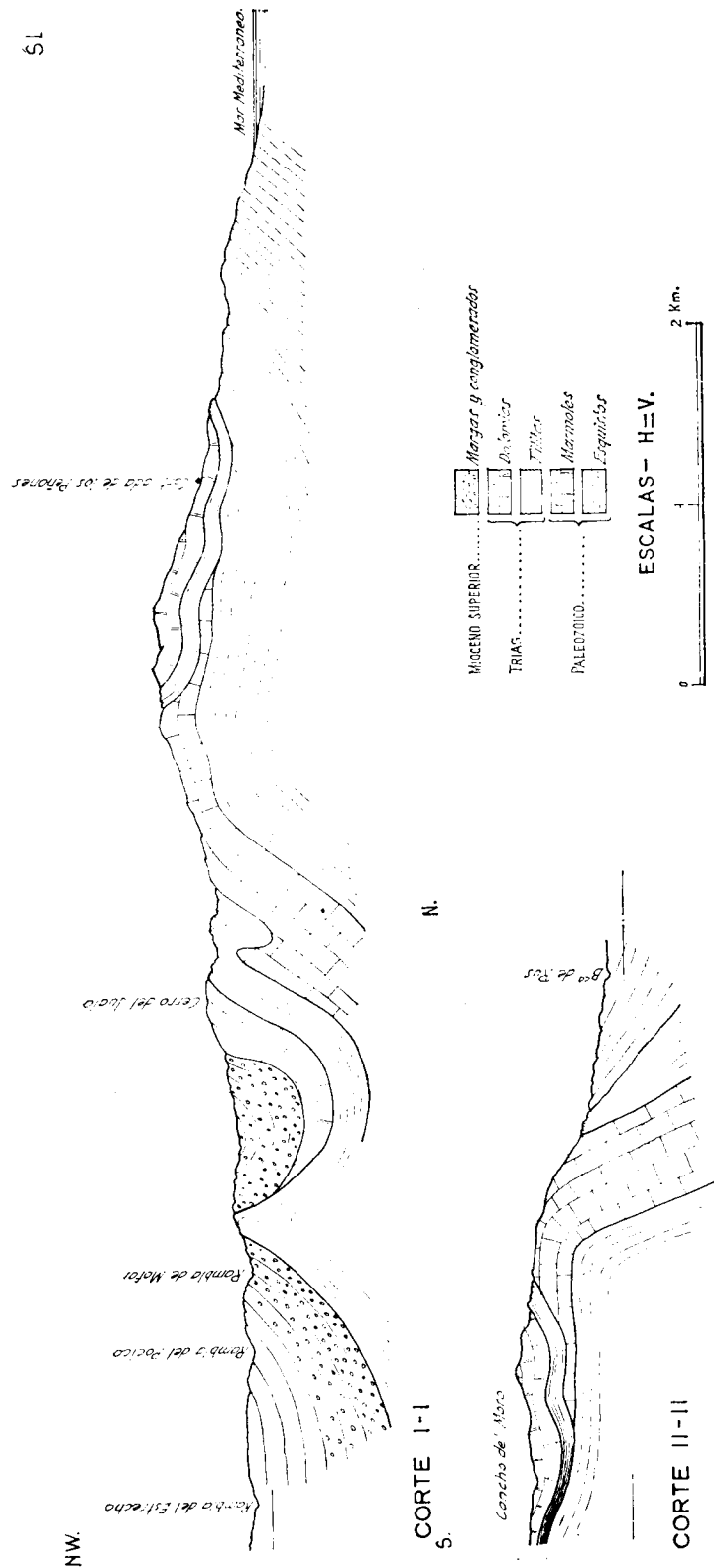
Por otra parte, el yeso que tienen a veces en la base está frecuentemente mezclado con carbonatos.

La presencia de muscovita en los mármoles calizos y dolomíticos está bastante extendida en toda el área sur de las béticas.

C) *Werfeniense*

Discordante sobre las series anteriores descansa un paquete abigarrado y de potencia variable entre los 30 y 100 metros de filitas y pizarras abigarradas, con bandas de tonos característicos violetas.

Son filitas talcosas, desmenuzables y de tacto jabonoso. Intercalados se



Estudio geológico de un área en Mojácar (Almería). Cortes.

ven bancos de pizarras verdosas o abigarradas (rosas) y niveles de cuarcitas blancas. El estudio de las filitas nos ha proporcionado los siguientes resultados:

Componentes principales: carbonatos, óxidos de hierro, y toda clase de micas.

Componentes accesorios: cuarzo, circón, turmalina, apatito.

La roca es muy blanda y puede cortarse con la navaja.

D) Triásico superior

Corresponde a un paquete dolomítico cuyos afloramientos, en la zona que estudiamos, son fragmentarios y muy trabajados por la erosión.

Son dolomías de grano fino, oscuras al corte, cruzadas por vetas de calcita blanca y en niveles a veces muy finos. El conjunto puede alcanzar hasta 50 metros de potencia.

E) Mioceno medio y superior

Abarca un conjunto discordante y transgresivo, compuesto principalmente de margas más o menos arenosas y con frecuentes intercalaciones de yesos. Su potencia total supera los 500 metros, si bien, precisamente por tratarse de una serie sinorogénica y transgresiva, es difícil de apreciar en muchos lugares.

El tramo inferior es detrítico y en zonas (hacia Los Gallardos) pasa a un verdadero conglomerado. Al oeste y norte del área del presente estudio, las series transgresivas superiores, casi horizontales, se apoyan sobre la Sierra de Filabres, cubriendo las capas inferiores.

Cerca de Cuevas del Almanzora los bancos son fosilíferos y nos han suministrado ejemplares de:

Chlamys opercularis, Lam.

Chlamys scabrellus, Lam.

Chlamys bolensis, Mayer,

que indican una edad de tránsito entre Mioceno y Plioceno.

F) Plioceno superior-Cuaternario inferior

Se compone de un paquete considerable donde alternan las arcillas rosas y niveles de conglomerados y gravas. Su mayor extensión se encuentra en la zona occidental, cubriendo el Llano de los Santos y los Llanos del Colorado.

Cruzando la carretera general su potencia va disminuyendo hacia Cuevas del Almanzora, para finalmente dejar paso al Mioceno superior marino. La serie pliocena es continental.

C) Cuaternario superior

Se compone de depósitos poco potentes encajados en cauces antiguos de ramblas y llanos, y suministra un buen terreno para campos de labor.

En el flanco norte de la Sierra de Mojácar (Sierra Cabrera) hay depósitos importantes de tobas relacionadas con manantiales antiguos.

H) Rocas intrusivas

Encontramos también, cerca del mar, unos afloramientos de rocas básicas del tipo andesitas-traquitas, similares a las que constituyen los extensos asomos del Cabo de Gata. El análisis de estas rocas cae fuera del campo del presente estudio, por lo que no nos extenderemos más en su descripción.

II. TECTÓNICA

Las series del Paleozoico inferior y Siluriano son concordantes entre sí y forman el sustrato de toda la región estudiada, únicamente atravesadas por la intrusión básica de dacitas, en el extremo sureste.

Estas series han sido plegadas por los movimientos hercinianos, y tras una fuerte erosión han recibido encima los sedimentos triásicos werfenienses y superiores.

Toda la región quedó emergida durante un extensísimo período de tiempo que abarca desde el Triásico superior hasta el Mioceno medio, donde sufre una importante transgresión helveciense y vindoboniense simultáneamente con los plegamientos alpinos. Desde el Mioceno superior hasta la fecha actual ha habido una lenta regresión donde se depositaron los sedimentos continentales del Plioceno y donde se excavaron los cauces de los sedimentos cuaternarios modernos.

En los planos geotécnicos adjuntos se han señalado las estructuras anticlinales y sinclinales más importantes del Paleozoico, Triás y Mioceno.

Recibido el 20-III-1963

J. BAUZA, I. QUINTERO y J. DE LA REVILLA

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA FAUNA ICTIOLOGICA FOSIL DE ESPAÑA

RESUMEN

Este trabajo constituye la primera parte de una Monografía de los peces fósiles del Museo del Instituto Geológico y Minero de España que daremos a conocer en sucesivas notas.

ABSTRACT

This rapport is the first part of a Monography upon the fossil fishes belonging to the Museum of the Instituto Geológico y Minero de España that will be given in successive notes.

RÉSUMÉ

Ce travail est la première partie d'une Monographie de la collection des poissons fossiles du Musée de l'Institut Géologique et Minier d'Espagne. Cette Monographie se poursuivra des notes successives.

INTRODUCCIÓN

En nuestro deseo de contribuir al conocimiento de la fauna ictiológica española, nos proponemos publicar en sucesivas notas una Monografía de la colección de peces fósiles del Museo del Instituto Geológico y Minero de España. En esta primera parte se estudian las siguientes especies:

Asteracanthus ornatissimus.	Oxyrhina desorii.
Leptolepis voithi.	Carcharodon megalodon.
Anaethalion vidali.	Carcharodon rondeletti.
Anaethalion gigas.	Hypoprion acanthodon.
Microdon egertoni.	Hemipristis serra.
Microdon sp.	Odontaspis acutissima.
Coelodus sp.	Odontaspis cuspidata.
Oxyrhina hastalis.	Prionodon egertoni.

Myliobatis meridionalis.	Gobius telleri.
Dasyatis cavernosus.	Gobius praetiosus.
Taurinichthys villaltai.	Diodon sp.
Labrodon multidentis.	Hoplosthetus pisanus.
Sparus neogenus.	Leuciscus pacheoi.
Apogodon lozanoi.	Tetrodon scillae.
Solea latior.	Trigonodon oweni.
Gobius weileri.	Trigonodon sioni.

Género: *Asteracanthus*.

Se caracterizan estos peces por tener los dientes principales alargados, cuadrangulares, con corona débilmente arqueada y aplanada. Los dientes sinfisarios, poco numerosos, son pequeños, pero relativamente anchos, muy arqueados, sin denticulos laterales y aquillados longitudinalmente: su superficie es reticulada. Son característicos del Jurásico medio y superior de Europa, citados también en Madagascar, Japón y en el Triásico superior de América.

Asteracanthus ornatissimus. Agassiz (= *Streophodys reticulatus* Agassiz).

Lámina I, fig. 1-2.

Atribuimos con ciertas dudas, un diente recogido en el Jurásico de Ortigosa de Cameros (Logroño).

Esta especie posee los dientes de la región media, grandes, alargados y redondeados en su borde anterior, cortado su borde posterior, con una ondulación muy marcada de adelante hacia atrás. Cara superior abombada, sobre todo en la región anterior, separada de la corona por un ligero surco y adornada de una reticulación muy apretada y fina. Dientes anteriores abombados en el centro, más débilmente reticulados. Dientes laterales en forma de rombo con reticulación menos fina.

Orden: HALECOSTOMI.

Familia: *Leptolepidae*

Esta familia tuvo su gran desarrollo en el Jurásico. Cabeza recubierta de huesos de membrana delgados y rodeados de esmalte; los parietales se unen en la línea media y están flanqueados por los escamosos muy desarrollados. Boca grande, provista de dos placas supramaxilares. Dientes pequeños cónicos. Poseen huesos intermusculares. Las aletas carecen de fuleros y la dorsal y anal son muy reducidas. Escamas ganoideas, cicloidaes delgadas.

Género: *Leptolepis* Agassiz (Neuw. Jahrb., 1832., p. 146).

El género *Leptolepis* aparece en el Lias, si bien existen algunas citas dudosas en el Triás superior de Austria, persistiendo hasta el Cretácico. Es muy frecuente en el Jurásico superior. En Santa María de Meyá, Sauvage da cuenta del hallazgo de cinco ejemplares. Luis Ferrer en un trabajo reciente, de la misma localidad cita veinte ejemplares. El Prof. Saint-Seine indica haber revisado 260 ejemplares del Kimmeridgiense de Baviera y Cerin.

Leptolepis voithi, Agassiz.

Lám. I, fig. 3-4.

1844. *Leptolepis voithi*, Agassiz. *Poissons foss.*, vol. II, pt. II, p. 131, 295, lám. LXI a figs. 2-4.

Asignamos a esta especie dos ejemplares, bastante incompletos. Copiamos de Sauvage la descripción de un ejemplar completo de la misma procedencia que los ejemplares del Mueso que reproducimos (fig. 3-4): «Longitud de la cabeza con el aparato opercular, mucho mayor que la altura máxima del tronco, alcanzando cerca de la cuarta parte de la longitud total del cuerpo. Altura pedículo caudal, cerca de la mitad de la altura máxima del cuerpo. Vértebras de 36 a 38 robustas. Aletas ventrales colocadas mucho más cerca de la anal que de las pectorales. Dorsal empezando por encima de la inserción de las ventrales y terminando un poco antes del origen de la anal, que comienza más cerca de las ventrales que de la cudad.»

Localidad: Rubies (Lérida).

Nivel: Kimmeridgiense.

Familia: *Leptolepidae*.

Género: *Anaethalion*.

Anaethalion (*Aetalion*) *vidali*, Sauvage.

Lám. II.

Aethalion vidali, Sauvage. *Noticia sobre los peces de la caliza litográfica de la provincia de Lérida* (Cataluña), lám. II, fig. 2.

Los caracteres específicos indicados por el profesor Sauvage son los siguientes: «Cuerpo fusiforme, la altura máxima es poco más de la quinta parte de la longitud total. La longitud de la columna, comprendido el aparato opercular, es cuatro veces y media menor que la misma dimensión. Pedículo caudal robusto; su altura es dos veces y media menor que la altura má-

xima del tronco. Hocico obtuso, un poco más largo que el diámetro de la órbita, que mide casi la quinta parte de la longitud de la cabeza. Dientes pequeños y cónicos. Aparato opecular grande, midiendo el tercio de la longitud de la cabeza. Preopérculo muy arqueado: siete u ocho radios branquiostegos. Columna vertebral bastante robusta, compuesta de 64 a 65 vértebras, más altas que largas, deprimidas en la parte central, con numerosas y finas estrias longitudinales; costillas largas y débiles, como las neuropófisis correspondientes. Neupófisis y hemapófisis de la región posterior del cuerpo, bastante fuertes, poco largas y arqueadas. Apófisis de las últimas vértebras, largas, no arqueadas. Radios inermes delante de la aleta dorsal y finas aristas musculares de la región caudal. Aletas pectorales débiles; ventrales insertadas más cerca de las pectorales que de la anal, cortas, teniendo a lo sumo ocho radios. Anal poco extendida, insertada mucho más cerca de la caudal que de las ventrales. Dorsal principiando un poco atrás de las ventrales, poco extendidas, un poco más altas que largas, con catorce o quince radios bifurcados, sostenidos por otros largos interespinosos. Caudal robusta, muy escotada, cuatro veces y media menor que la longitud total del cuerpo, con treinta y dos o treinta y tres radios, gruesos y muy bifurcados los del medio. Escamas delgadas y pequeñas. Longitud aproximada del cuerpo, trescientos sesenta y cinco mm.»

El doctor E. I. White (1938), hizo notar que el nombre genérico de *Aethalion* hasta el presente empleado, se aplicaba por prioridad a un hemiptero (1828) y propuso en consecuencia la adopción del término *Anaethalion*.

El ejemplar que figuramos tiene la misma procedencia que el tipo de la especie de Rubies, en Santa María de Meyá (Lérida).

Anaethalion (*Aethalion*) *gigas*. Sauvage

Lám. III, fig. 1.

Aethalion *gigas*. Sauvage. *Noticia sobre los peces de las calizas litográficas de la provincia de Lérida*. Lám. III, fig. 2.

Atribuimos con ciertas dudas a esta especie un ejemplar que corresponde a parte de la aleta caudal y parte de la columna vertebral

Localidad: Santa María de Meyá (Lérida)

Clase: *O S T E I C H T H Y I S*

Subclase: *A C T I N O P T E R Y G H I*

Super-orden: *P R E - H O L O S T E I*

Orden: *P Y C N O D O N T I D A E*

Familia: *P y c n o d o n t i d a e*

Aparece esta familia en el Trias superior (*Eomesodon*), adquiere su mayor desarrollo en el Jurásico superior (*Eomesodon*, *Macromesodon*, *Mesodon*, *Microdon*, *Coelodus*, *Stemmátodus*, *Gyrodus*, *Mesturus*, *Arthrodon*), y se extingue en el Eoceno superior (*Palaeobalistum*, *Pycnodus*).

Los caracteres de la dentición de los principales géneros son los siguientes:

Pycnodus, *Palaeobalistum*: Dientes redondeados. Cretácico superior a Eoceno de Europa.

Anomaeodus: Dientes alargados y arqueados. Cretácico de Europa, África y América.

Eomesodon: Dientes espleniales en series irregulares. Trias al Jurásico superior de Europa.

Microdon: Dientes en series irregulares, esplenial con series cuadrangulares. Jurásico superior al Cretácico de Europa.

Coelodus: Dientes alargados transversalmente. Jurásico y Cretácico de Europa. Cretácico de Asia, África y América del Norte.

La forma discoidal de los *Pycnodontidae* con aplastamiento en el plano vertical y su dentición, parece indicar que ellos tenían en la fauna Jurásica y Cretácica, un lugar análogo al de los esparidos actuales, que viven en la plataforma litoral y se nutren de crustáceos y conchas. Desde su aparición en el Trias al Eoceno, esta familia, salvo la osificación progresiva del esqueleto axial, pocas modificaciones importantes sufre. El esqueleto axial pertenece al grado Preholosteo, sin ninguna tentativa de osificación del «centro».

Género: *Microdon*, Agassiz.

1843. *Poisson fossiles*, Vol. II, p. 1, p. 16, 1844, pt. II, p. 204

Microdon, cf. *egertoni*, Thiollier:

Lám. I, fig. 7.

1851. *Pycnodus egertoni*, V. Thiollieré, *Poissons foss.* Bugey, pt. 1, p. 24. Lám. VII, f. 2.

1856. *Microdon egertoni*, J. J. Heckel, *Denk. K. Akad. Wiss. math. naturw.* Cl. Vol. XI, pág. 201.

1903. *Microdon egertoni*, H. E. Sauvage, *Noticia sobre los peces de la caliza litográfica de la provincia de Lérida*. «Mem. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona», tomo IV, núm. 35, lám. IV, fig. 4.

Atribuimos a esta especie un fragmento recogido en el Jurásico superior de Santa María de Meyá.

El profesor Sauvage, en el trabajo que hacemos referencia en la sinonimia, describe a esta especie con los caracteres siguientes: «Altura máxima del cuerpo igual a la distancia que separa la extremidad del hocico de la base de la caudal. Longitud de la cabeza un poco mayor del tercio de la longitud del cuerpo sin la caudal».

Perfil de la parte anterior del cuerpo, ligera y regularmente convexo. Dorsal principiando a igual distancia de la parte posterior de la cabeza y de la base de la caudal, compuesta de 20 a 22 radios, los anteriores más largos. Anal comenzando un poco detrás del origen de la dorsal, a igual distancia de la base de la caudal y de la parte posterior de la cabeza. La longitud de la aleta caudal cabe un poco más de tres veces en la longitud total del cuerpo.

Microdon, sp.

Lám. I, fig. 5.

Atribuimos a este género un vomer largo y estrecho, de la misma localidad. Este ejemplar, incompleto, está formado por una hilera central de dientes ovalados, se cuentan once. Al lado de esta hilera principal, existen otras dos en un lado, de tamaño más reducido. Al otro lado, la destrucción del ejemplar únicamente permite observar unos fragmentos de una de estas dos hileras laterales.

Familia: *Pycnodontidae*.

Género *Coelodus*, Heckel, 1856.

Denkschr. K. Akad. Wiss. Math. Naturw. Vol. XI, p. 202.
Lám. I, fig. 6.

El género *Coelodus* es esencialmente Cretácico, si bien se conocen algunos representantes del Jurásico superior. Su forma es discoide. El vomer está constituido por cinco series de dientes, una impar o mediana, de tamaño superior a las otras, y dos laterales a cada lado de esta serie central.

El ejemplar que figuramos es un fragmento de vomer, en el que se observan cuatro dientes centrales alargados, con una depresión en el centro de los mismos. Posee también algunos dientes de las hileras laterales.

Procede del Turonense de Cuenca.

Familia: *Lamnidae*.

Género: *Lamna*, Cuvier, 1817.

(*Régne animal*, p. II, pág. 126.)

Genotipo: *Lamna cornubica* (Linné, 1788) (*Squalus cornubicus*).

La familia *Lamnidae* comprende los géneros siguientes:

Lamna, Cuvier.

Oxyrhina, Agassiz (= *Isurus*, Rafinesque).

Alopias, Rafinesque.

Carcharodon, Müller y Henle.

La fórmula dentaria de *Lamna* puede variar, según las especies, mas es un carácter constante y muy importante la ausencia de dientes sinfisarios. La del genotipo, *Lamna cornubica*, es:

$$\frac{12 L. - 1 i. - 2 A. \quad 2 A. - 1 i. - 12 L.}{11 L. - 2 A. \quad 2 A. - 11 L.}$$

(A. Filas anteriores, i filas intermedias y L. filas laterales).

Considerados aisladamente los dientes de *Lamna*, se distinguen de los del género *Oxyrhina* y del *Alopias* por la ausencia en ellos de denticulos laterales y del género *Carcharodon* por sus bordes lisos, mientras que en este último género, los dientes están finamente denticulados en los bordes de la corona.

Género: *Oxyrhina*, L. Agassiz, 1843.

(*Recherches sur les Poissons fossiles*. Tomo III, pág. 276.)

Genotipo: *Oxyrhina spallanzani*, Rafinesque, 1810 (*Isurus spallanzani*), cuya fórmula dentaria es la siguiente:

$$\frac{10 L. - 1 i. - 2 A. \quad 2 A. - 1 i. - 10 L.}{11 L. - 2 A. \quad 2 A. - 11 L.}$$

Oxyrhina hastalis, L. Agassiz.

Lámina III. Figs. 2 a 12; lám. IV, figs. 4 a 8 y Lám. V, figs. 3 a 6.

1843. *Oxyrhina hastalis*. *Recherches sur les poissons fossiles*. T. III, p. 277.

Lámina XXXIV, fig. 3-11-13-15-17. Lám. XXXVII, fig. a.

Los caracteres típicos de los dientes de esta especie, correspondientes a la mandíbula superior, son: El débil espesor, su corona ancha y aplastada, inclinada hacia las comisuras laterales y cara externa plana o ligeramente cóncava.

Los dientes de la mandíbula inferior se distinguen fácilmente de los de la superior por ser más gruesos, su corona más estrecha, elevándose verticalmente y describiendo en los dientes anteriores una ligera curvatura sigmoidal. Su cara externa presenta a veces una suave concavidad, sobre todo en los dientes anteriores.

La sinonimia es muy extensa: como pequeña referencia podemos mencionar a la *O. leptodon*, *O. crassa*, *O. plicatilis*, *O. trigonodon*, *O. isoceolina*, *O. xiphodon*, *Othodus apiculatus*, *Alopias gigas* y *O. patagónica*.

Es muy frecuente en el Mioceno de España, desde el Burdigaliense al Tortoniense. Asimismo es muy abundante en el Plioceno.

En el Museo del Instituto Geológico, está muy bien representada (lámina III, figs. 5 a 12), del Mioceno de Córdoba; (lám. III, figs. 2-4) del Mioceno de Andújar; (lám. IV, figs. 4-5), del Plasenciense de Málaga; (lámina V, figs. 3, 4 y 5 —lado externo, perfil e interno, respectivamente—) del Plioceno de Carmona (Sevilla); (lám. V, fig. 6), del Plioceno de Málaga, y (lám. IV, figs. 6, 7, 8 —externo, interno y perfil, respectivamente—), de Tejares, Málaga.

Oxyrhina desorii (L. Agassiz), Sismonda, 1849

Lám. IV, figs. 1 a 3.

1844. *Oxyrhina desorii*, L. Agassiz, *Recherches sur les poissons fossiles*, tomo III, pág. 282. Lám. XXXVII, figs. 10-13 (núm. figs. 8 y 9).

1849. *Oxyrhina desorii*, E. Sismonda, *Descrizione dei pesci e dei crostacei fossili nel Piemonte*, «Mem. della Reale Acad. delle Sc. di Torino», segunda serie, T. X, p. 44. Lám. II, fig. 7-16.

Los dientes de esta especie poseen una corona estrecha, cuyos bordes son cortantes hasta muy cerca de la base. La cara externa es ligeramente abombada y la interna fuertemente convexa. La raíz es gruesa y sus ramas, largas y estrechas, se adelgazan en sus extremidades.

El foramen nutritivo se abre directamente al exterior sobre la parte más saliente de la raíz, en un surco poco pronunciado.

La corona describe, generalmente en los dientes anteriores, una curva sigmoidal pronunciada, mientras en los dientes laterales la punta se inclina ligeramente hacia el exterior.

El ejemplar que existe en el Museo, procede del Plasenciense de Málaga, y lo reproducimos visto por su cara interna (fig. 1), externa (fig. 2) y de perfil (fig. 3).

Género: *Carcharodon* (Smith), Müller y Henle, 1838
(«Ann. Mag. Nat. Hist.», II, p. 37).

Genotipo: *Carcharodon rondeleti*, Müller y Henle.

La diagnosis del género según el Dr. Lozano Rey: «Porte general de *Oxyrhina*, pero con los bordes de los dientes ostensiblemente denticulados:

la mayoría en forma de triángulo isóceles; los de la mandíbula interior más estrechos».

El género *Carcharodon* goza de una extensa distribución estratigráfica; en el Cretácico superior de Haute-Savoie se cita el *C. longidens*; en el Paleoceno del Congo el *C. landenensis*; el *C. auriculatus* en el Eoceno de la cuenca anglo-franco-belga y en el Eoceno catalán. Otras especies eocénicas son el *C. disaurus* y *C. lanceolatus*, la primera de ellas citada también en Cataluña; el *C. stromeri* del Eoceno de Egipto y Congo; el *C. debrayi*, del Ludense del Norte de Francia; el *C. sokolowi*, del Oligoceno de Alemania y Rusia. *C. angustidens*, *C. praemegalodon*, especies ambas del Oligoceno; el *C. megalodon*, del Mioceno y Plioceno. Por último, el *Carcharodon rondeleti* aparece en el Mioceno y vive en la actualidad en nuestros mares.

Carcharodon megalodon, L. Agassiz.

Lám. V, fig. 1-2, lám. VI, fig. 1, lám. VII, figs. 1-3 y lám. VIII, fig. 1.

(1843) *Recherches sur les poissons fossiles*, T. III, pág. 247, lám. XXIV).

El *Carcharodon megalodon* aparece en el Aquitaniense, siendo su talla relativamente pequeña, aumenta a medida que transcurre el Mioceno y adquiere gran tamaño en el Mioceno superior y Plioceno. Es probable que viviera en el Pleistoceno, ya que en los dragados efectuados en el curso de las expediciones del «Challenger» y «Albatros», sacaron dientes de la arcilla roja que tapiza parte del océano.

La variedad de formas de los dientes según la posición en la mandíbula, dio motivo a la creación de numerosas especies, que luego pasaron a sinonimia, en gran parte debido a los trabajos del profesor Leriche.

Entre las especies a que nos referimos, el *C. rectidens*, Agassiz, que se trata de un diente lateral anterior de la mandíbula inferior de un individuo de gran talla; el *C. productus*, son dientes de la mandíbula superior de un individuo de pequeña talla; el *C. semiserratus* es un diente lateral posterior de un pequeño *C. megalodon*; el *C. tumidissimus*, Costa; *C. megalodon* var. *siculus*, Gem; *C. crassidens*, son dientes de la mandíbula inferior del *C. megalodon*; *C. robustus*, David; *C. gigas*, Philippe; *C. branteri*, Jordán, y *C. leviathan*, Jordán, corresponden a diferentes dientes del *C. megalodon*.

Esta especie goza de una amplísima distribución geográfica y es un elemento interesante en el establecimiento de sincronismos de formaciones muy alejadas entre sí, ya que el *C. megalodon* ha vivido en todos los mares del globo, a excepción de los fríos y, por consiguiente, puede ser considerado como un excelente fósil a tal objeto.

El ya citado profesor Leriche, decía refiriéndose a esta especie y a la *Oxyrhina hastalis*: «Mejor que los moluscos y acaso que los mamíferos, cuya área de dispersión es mucho menos extendida, los escualos, gracias a la facilidad de traslado de un lugar a otro, permiten determinar la edad de formaciones —no datadas aún— y de precisar la de las formaciones cuya fauna malacológica presenta un carácter local y por fin establecer paralelismos entre formaciones.

En España ha sido citada en el Mioceno de Mahón (Menorca), Bará, Calafell, Els Monjos, Vendrell, San Sadurní de Noya, Villanova, Montjuich, Villafranca del Panadés (Cataluña). En Huelva, Córdoba, Alcoy y numerosas localidades de Mallorca. En el Plioceno de Los Tejares (Málaga) también es bastante frecuente. Los dientes del *C. megalodon* son grandes y robustos, planos o ligeramente cóncavos en su cara externa y convexos en la interna. Su espesor aumenta regularmente desde el ápice a la base, sin presentar nunca el aplastamiento que encontramos en otras especies hacia la mitad de su cara externa. Los bordes están provistos de denticillos relativamente pequeños y uniformes. La raíz es alta y sus ramas forman un ángulo generalmente poco abierto, sobre todo en los dientes anteriores.

Los dientes del maxilar superior poseen una corona ancha, recta o débilmente inclinada hacia el borde posterior y generalmente presentan en su cara externa surcos o pliegues verticales.

En los dientes de la mandíbula inferior la corona es estrecha, pero se ensancha bruscamente por su base en los dientes laterales. Entre los ejemplares que reproducimos, pertenecientes a la colección del Museo del Instituto Geológico, figura un diente lateral anterior izquierdo de la mandíbula superior, procedente de Los Cabozos (Huelva), que representamos visto por su lado interno (lám. VI, fig. 1), lado externo (lám. V, fig. 2) y de perfil (lám. V, fig. 1). Dicho ejemplar, en excelente estado de conservación, alcanza una altura máxima desde el ápice de la corona a la extremidad de la rama de la raíz de 132 milímetros y una anchura máxima de 89 milímetros.

Otro ejemplar (lám. VII) corresponde a un diente anterior de la mandíbula inferior (fig. 1), visto por su lado interno (fig. 2), por su lado externo (fig. 3) y visto de perfil. Proviene del Mioceno de Lorca (Murcia), y le falta parte de la raíz.

Otro excelente ejemplar encontrado en la cantera de Calblanda (Niebla), es un diente anterior de la mandíbula inferior, al cual le falta el ápice de la corona, y que nosotros reproducimos a tamaño natural (lám. VIII, fig. 1)

Carcharodon, cf. *rondeleti*, Müller y Henle, 1841.

Lámina VI, figs. 2-4.

(1841. *Carcharodon rondeleti*, J. Müller y H. Henle. *Systematische Beschreibung der Plagiostomen*, p. 70.)

Atribuimos con ciertas dudas al *C. rondeleti* un diente recogido en el Plioceno de Tejares (Málaga), ejemplar incompleto ya que le falta parte de la raíz (fig. 2 de perfil, fig. 3 lado interno y fig. 4 lado externo).

El *C. rondeleti* se caracteriza por poseer los dientes comprimidos, desprovistos de denticulos laterales y los bordes de la corona fuertemente dentados. La corona es plana en la cara externa y ligeramente convexa en la interna.

En la superficie de la cara externa posee surcos verticales en la base del esmalte de la corona, si bien no es carácter específico, ya que también se observan en el *C. megalodon*.

El *C. rondeleti* se distingue fácilmente del *C. megalodon* por sus dientes mucho más delgados, por sus denticulaciones marginales de la corona mucho más fuertes y menos numerosas, por su raíz, cuyas ramas forman un ángulo más abierto, y por su talla que es más pequeña.

Género: *Hypoprion*, Müller y Henle, 1839
(Syst. Besch. Plagiost., p. 34.)

Genotipo: *Carcharias* (*Hypoprion*) *macrotis*, Müller y Henle.

Hypoprion acanthodon (Le Hon)

Lámina VIII, fig. 2.

1871. *Galeocerdo acanthodon*, H. Le Hon. *Preliminaire de une Memoire sur les Poissons Tertiaires de Belgique*, pág. 9. 2. fig. Texte.

Esta especie es frecuente en el Mioceno y Plioceno. El ejemplar que figuramos procede del Burdigaliense de Altafulla (Tarragona). Posee los dientes de ambas mandíbulas, notablemente diferenciados, los de la inferior carecen de bordes denticulados; en cambio los de mandíbula superior están provistos de finos denticulos.

Cara externa plana y la interna convexa. La raíz presenta en la cara interna un surco profundo que divide el borde basilar; el foramea nutritivo se abre en este surco.

Las ramas de la raíz son divergentes, carácter que se acentúa en los dientes laterales.

En los dientes de la mandíbula superior la corona se inclina hacia las comisuras laterales.

Familia: *Carcharidae*.

Género: *Hemispristis*, L. Agassiz.

Hemispristis serra, L. Agassiz.

Lám. VI, figs. 5-6-7.

Los dientes del *H. serra*, varían considerablemente de forma y tamaño según el lugar que ocupan en las mandíbulas, lo que explica la extensa sinonimia de esta especie.

Los dientes anteriores y laterales de la mandíbula inferior son más densos, más estrechos y más pequeños que los dientes correspondientes de la mandíbula superior. Los dientes laterales de la mandíbula superior comprenden los más grandes elementos de la dentadura.

Los dientes anteriores son lanceolados. Su forma es cilindro-cónica, fuertemente convexa en la cara interna; bombeada en la cara externa, describe una curvatura sigmoidal muy señalada. Su raíz es muy saliente en la cara interna; las dos ramas están muy separadas, cortas y poco divergentes.

El ejemplar que figuramos, recogido en el Plioceno de Tejares (Málaga), cuyo tamaño aumentado por 2.75 (fig. 5), lado externo (fig. 6), lado interno (fig. 7), visto de perfil, es algo incompleto, le falta parte de la raíz, parte del borde de la corona y la punta de la misma, mas sus caracteres permiten asignarla sin ninguna duda al *H. serra*, resaltando las fuertes denticulaciones de los bordes de la corona, que no los cubren por completo, ya que desaparecen antes de llegar al ápice.

En España ha sido citada en el Tortoniense de Montjuich y Burdigaliense de Altafulla (Cataluña).

Clase: *E L A S M O B R A C H I I*.

Orden: *E U S E L A C H I I*.

Familia: *O d o n t a s p i d a e*.

Género: *Odontaspis*, L. Agassiz, 1838.

(*Recherches sur les Poissons fossiles*, T. III, p. 87, lám. G, fig. 1).

Genotipo: *Odontaspis ferox* (Risso, 1810) (*Squalus ferox*).

— Fórmula dentaria:

$$\frac{18L - 4i - 2A - 1S - 1S - 2A - 4i - 18L}{16L - 2A - 1S - 1S - 2A - 16L}$$

Indica el profesor Cassier, que el género *Odontaspis* reúne un importante conjunto de especies, cuyos dientes aislados son difíciles de diferenciar del género *Lamna*, del que en su conjunto se distinguen por el número de dientes intermedios que posee y por sus dientes sinfisarios.

El profesor E. I. White, ha establecido recientemente tres grupos, a los

cuales les da un valor de subgénero, basándose en los caracteres de su dentición observados sobre las especies actuales. Son los siguientes:

ODONTASPIS (s. e.)	especie actual.	Tipo.	Odontaspis ferox, Risso.
SYNODONTASPIS	id.	id.	Odontaspis taurus, Rafinesque.
PARADONTASPIS	id.	id.	Odontaspis platensis, Lahille.

Odontaspis aparece en el Cretácico, frecuente en el Terciario, y en la actualidad vive en todos los mares, a excepción de los fríos:

Odontaspis (*Synodontaspis*), *acutissima*, L. Agassiz

Lámina VII, figs. 4-13 y lám. VIII, figs. 6-11.

Para la sinonimia de la especie remitimos al lector a las obras señaladas al final del presente trabajo.

Los dientes son lanceolados, de bordes sumamente cortantes, cara externa plana y la interna abombada; ésta posee finas estrías longitudinales, generalmente en su base.

Poseen denticulos laterales; en algunas ocasiones, además del denticulo principal existe otro secundario, de menor tamaño. El mayor desarrollo de estos denticulos laterales corresponde a los dientes anteriores y laterales de ambas mandíbulas.

La raíz es muy abultada en su lado interno y la corona describe en los dientes anteriores de la mandíbula inferior una curvatura sigmoidal muy pronunciada.

El profesor Arambourg, indica que comparando numerosas series de dientes del Neogeno, atribuidas al *O. acutissima*, pudo convencerse que es absolutamente imposible diferenciarlas de los dientes de la especie actual *C. taurus*, y aunque resulta un grave inconveniente el reemplazar un nombre como *Odontaspis*, universalmente adoptado después de casi un siglo, la estricta aplicación de las leyes de prioridad hacen obligatoria esta sustitución. No obstante, la mayoría de especialistas actuales, han seguido manteniendo la especie creada por Agassiz en 1843.

Citada en el Oligoceno superior de Bélgica y Suiza y frecuente en el Mioceno y Plioceno de Europa. Abundante en el Mioceno y Plioceno de España.

En todos los ejemplares que reproducimos se observan claramente los caracteres propios de la especie. En la lámina VII, los de las figuras 4-8 son del Plasenciense de Los Tejares (Málaga) y las figuras 9-13 corresponden a los mismos vistos de perfil. Las figuras 6-9 de la lámina VIII representan otros del mismo yacimiento por su lado interno. En la figura 6 puede ob-

servarse el desdoblamiento de los denticulos laterales y asimismo el surco de la raíz.

El ejemplar (lám. VIII, fig. 10), visto por su lado interno, es del Burdigaliense de Vilaseca (Tarragona) y finalmente otro al que le falta la raíz procede del Mioceno de Córdoba (lám. VIII, fig. 11).

Odontaspis cuspidata, Agassiz.

Lám. IX, figs. 1-5.

(1844. *Lamna cuspidata*, Agassiz. *Recherches sur les poissons fossiles*, t. III, página 290, lám. XXXVII, fig. 43-49 (fig. 50?).

Los dientes de esta especie son grandes y robustos: corona lisa y bordes cortantes, los cuales separan la cara externa, que es plana o muy ligeramente convexa, de la interna, que es muy abombada. La talla de los dientes es por lo general superior a las de *Odontaspis acutissima* y también mucho más robustos.

La curvatura sigmoidal de los dientes anteriores es poco acusada, las ramas de la raíz están muy desarrolladas y en la cara interna de ésta se abre el foramen nutritivo. Los denticulos laterales son pequeños y aislados en los dientes anteriores y se alargan y desdoblan en los dientes laterales, principalmente en los de las mandíbula superior.

Esta especie es muy abundante en las formaciones Vindobonienses de Mallorca y en el Neogeno de Europa.

El ejemplar que reproducimos (lám. IX, figs. 3-5), visto por la cara externa, interna y perfil, respectivamente, corresponde a la localidad de Andújar (Jaén), y el de las figuras 1-2, de la misma lámina, procede del Helveciense de Rubí (Barcelona).

Familia: *Carchariniidae*.

Género: *Carcharinus*, De Blainville, 1816.

(«Bull. Soc. Phil.», p. 121 (p. parte) (*Prionodon*, Müller y Henle, 1841.)

Genotipo: *Carcharinus commersoni*, De Blainville (Epoca actual).

El género *Carcharinus* comprende un gran número de especies fósiles y actuales: aparece en el Eoceno y sus especies viven en la actualidad en todos los mares, a excepción de los fríos.

La fórmula dentaria de la especie *C. falciformis*, según el profesor Cassier es la siguiente:

$$\frac{14L - 1A \quad 1S \quad 1A - 14L}{14L - 1A \quad 1S \quad 1A - 14L}$$

Carcharinus egertoni (L. Agassiz).

Lámina VIII, figs. 3-5.

1837. *Carcharias minor*, L. Agassiz. «In Egertoni Catal.».

Los dientes de la mandíbula superior son aplanados, su corona es ancha y más o menos inclinada hacia las comisuras laterales; los bordes con finas denticulaciones, que disminuyen de tamaño a medida que se acercan al ápice de la corona.

Los dientes de la mandíbula inferior son por lo general más pequeños y menos aplanados que los de la mandíbula superior: algunos están desprovistos de denticulos en los bordes y los que poseen son menores que los de la mandíbula superior. Las ramas de la raíz son tanto más anchas cuanto más posterior es su situación en la mandíbula.

Los profesores Darteville y Cassier, sugieren que esta especie es una premutación de la especie actual *C. falciformis*.

Los ejemplares que reproducimos provienen del Plioceno de Los Tejares (Málaga).

Familia: *Myliobatidae*.

Esta familia es conocida a partir del Cretácico superior, muy frecuente en el Terciario y representada en los mares actuales.

Género: *Myliobatis*, Cuvier, 1817.

(*Régne animal*, II, p. 137.)

Genotipo: *Myliobatis aquila* (Linnée (= *Raja aquila*), época actual).

Los caracteres dentarios de esta especie (según el Dr. Lozano), son los siguientes: «Placas dentarias constituidas por piezas colocadas en siete series transversales al eje de las rama mandibulares, una serie central formada de piezas rectas, cuyo eje transversal es cuatro o cinco veces mayor que el anteroposterior, y tres series de piezas pequeñas a cada lado, con el eje transversal sólo un poco mayor que el anteroposterior y que forma un mosaico a cada lado.

La placa dentaria de la mandíbula superior es igual de ancha que de larga y se adapta a la mandíbula formando sobre la misma una superficie notablemente convexa.

La placa dentaria inferior es también algo convexa, pero en relación con la superior puede considerarse como plana, siendo además bastante más larga que ancha.»

En nuestros mares, además del *M. aquila* es frecuente otra especie, e'

M. bozina, cuyas placas difieren del *M. aquila* por tener las piezas de la serie central curvas en vez de rectas (con la convexidad hacia el exterior de la boca), porque las piezas de las series laterales tienen el eje anteposterior mayor que el transversal.

Myliobatis meridionalis, Gervais

Lám. IX, fig. 6. Lám. X, figs. 1-3 y lám. XI, figs. 1-4.

Myliobatis meridionalis, Gervais (1852, p. 15, Lám. LXXIX, fig. 2-4; 1859, página 518).

M. crassus, Gervais (1852, p. 15, Lám. LXXIX, figs. 5-6; 1859, p. 518).

M. crassus, Gerv. In Rouault (1858, p. 101).

M. gigas, Cope (1867, p. 140).

M. vicomicanus, Cope (1867, p. 140).

M. gigas, Cope. In Leidy (1877, Lám. XXXIII, fig. 4, pág. 241).

M. lingusticus, Issel (1877, p. 320, fig. 1).

M. stronbelii, Issel (1877, p. 326, fig. 2).

M. lingusticus, Issel. In Woodward (1899, p. 122).

M. meridionalis, Gerv. In Woodward (1889, p. 123).

M. meridionalis, Gerv. In Leriche (1906, p. 293) y (1907 b, p. 388).

M. aquila, Linnée. In de Stefano (1910, p. 602, Lám. XVII, fig. 34).

M. kummeli, Fowler (1911, p. 95, fig. 49-50).

M. cf. meridionalis, Gerv. In Priem (1912, p. 242, Lám. VII, fig. 1).

M. meridionalis, Gerv. In Priem (1912, p. 241, fig. 20).

M. bozina var. *praecursor*, Stefano (1914, p. 135, Lám. III, fig. 19; IV figuras 9-11; VI fig. 4 (?V, figs. 4-5), fig. 8 texto).

M. crassus, Gerv. In Stefano (1914, p. 139, Lám. III, figs. 20-23; IV, fig. 12; V, fig. 5; fig. 9 a 13 en el texto).

Myliobatis nov. sp. In Gómez Llucca (1919, p. 35-43, Lám. X-XII, XIII, fig. 1, figs. 13-14 texto).

M. crassus, Gerv. In Arambourg (1927, p. 233, Lám. XI V, fig. 14-15).

Según el profesor De Stefano, en su revisión del grupo de los Myliobátidos fósiles, el *M. meridionalis* no tiene diferencias esenciales con la especie actual *M. bozina* (cuyos caracteres dentarios hemos descrito) y separa el *M. crassus*, Gerv. del *M. meridionalis*, criterio que sustenta el profesor C. Arambourg. No obstante, nosotros aceptamos el punto de vista del profesor Leriche, expuesto en su obra póstuma (1957) y pasamos el *M. crassus* a la sinonimia del *M. meridionalis*, ya que los caracteres diferenciales entre ambas especies, tales como el mayor tamaño del tipo *M. crassus* y la presencia, generalmente, en su cara triturante de un surco longitudinal central, son debidos únicamente a la edad del individuo.

El notable especialista F. Priem se anticipó a la opinión del profesor Leriche en su trabajo *Poisson fossiles du tertiaire supérieur du Sud de la France* («Bull. Soc. Geol. de France», p. 213, 1912), donde figura un ejemplar de *M. meridionalis* y dice textualmente: «El *M. crassus*, P. Gervais, creado

para los grandes individuos del *M. meridionalis*...». El propio Gervais sospechó tal posibilidad, indicando que quizá eran individuos de gran talla.

En la colección del Museo existen tres placas dentarias en notable estado de conservación, una de ellas (lám. IX, fig. 6 y lám. X, fig. 1) del Mioceno de Niebla (Cantera del Barrendero), y otras dos, de la estación de Alcolea (lám. X, figs. 2-3 y lám. XI, fig. 1). Asimismo existen dos fragmentos de espinas caudales, atribuibles a *Myliobatis*, uno (lám. XI, fig. 2), extremidad proximal del Plioceno de Cabezos (Huelva), y otro pequeño (lám. XI, figura 4) del Burdigaliense de Vilaseca (Tarragona). Finalmente, la figura 3 de la misma lámina es una espina caudal completa de la especie actual *M. aquila*.

Las placas de la mandíbula inferior, poseen la cara triturante convexa en el sentido transversal y ligeramente deprimida en la región axial.

Los dientes centrales son seis veces más anchos que altos, ligeramente arqueados y su convexidad hacia el exterior de la boca (a veces en los dientes centrales sus bordes anterior y posterior son casi rectilíneos). Al lado de estos dientes centrales, existen a cada lado, tres hileras de dientes más pequeños, aunque Priem, en su trabajo de 1912, indica la existencia de una cuarta hilera lateral, de la que quizá aparece algún resto en una de las placas recogidas en la estación de Alcolea, que figuramos en la lámina X, figura 3 y cuya parte anterior aparece posiblemente excavada por el uso.

Familia: *Dasyatidae* (Trygonidae).

Género: *Dasyatis*, Rafinesque, 1810.

(Rafinesque, Car. nov. gen., p. 16. Tipo: *D. eys.*)

(— *Trygon* Adanson)

Este género es de larga longevidad, ya que aparece en el Cretácico y alcanza los mares actuales. Las especies vivientes, entre ellas el *Dasyatis say*, vive en las aguas del Atlántico que bañan las costas de la Guayana y tiene su habitat en los fondos de fango y arena, principalmente a lo largo del litoral, alimentándose de peces y de pequeños moluscos bentónicos.

En el Mediterráneo y partes vecinas del Atlántico se citan el *Dasyatis pastinaca*, especie sumamente frecuente; el *Dasyatis aspera*, no rara en las costas mediterráneas y el *Dasyatis violacea*.

La cola de las especies de *Dasyatis*, está provista de un aguijón ofensivo, y los dientes están dispuestos en forma de mosaico

Dayatis cavernosus, Probost.

Lámina XI, figs. 5-6.

1877 Raja cavernosa. J. Probost. *Beitrage zur Kenn. d. foss. Fische*. Vol. XXXIII, p. 75, lám. 1, fig. 1 al 4. Jahr. Ver f. Vaterland Naturk.

Dientes pequeños, cuya corona tiene la forma de un tetraedro, elevado en los dientes anteriores y truncado en los dientes laterales.

La cara externa, cóncava en los dientes anteriores, está por lo general cubierta de rugosidades.

Los ejemplares del Museo proceden del Burdigaliense de Altafulla y del Plioceno de Talapí.

Familia: *L a d r i d a e.*

Género *Taurinichthys*, Cocchi.

1864. I. Cocchi. *Monografia dei Pharyngopilidae*. Nuova famiglia di Pesci Labroidi.

Indica el profesor Cocchi, al describir este nuevo género, que se caracteriza por poseer: «la faringe armata inferiormente di un pezzo dentario piano a margini rilevati ad angolo retto, con denti allungati trasversalmente ellittico oblungi o reniformi, disposti in tre piani sovrapposti con denti marginali conico-acuminati.»

Taurinichthys villaltai, Bauzá.

Lám. XII.

1948. J. Bauzá. *Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica del Neogeno de Balçares. Sobre el hallazgo de Taurinichthys Villaltai* nov. sp. «Boletín de la Real Soc. Esp. H.^a Natural». Tomo XLVI, lám. XII y XIII, figs. 1 a 16.

Los caracteres específicos de esta especie son los siguientes:

Hueso faringeo inferior cubierto en su mayor parte de numerosísimos dientes lenticulares. Existe una zona de la misma en que éstos son más o menos molariformes.

Los dientes lenticulares son de base ancha y superficie masticatoria relativamente aguda y cortante. En los bordes de la placa existen dientes cónicos en número aproximado de 65-70.

Los faríngicos superiores están constituidos por dientes molariformes, lenticulares y otros de carácter intermedio entre ambos.

En la parte sinfisaria posee cinco dientes lenticulares que van disminuyendo de tamaño a medida que se alejan de la sínfisis: poseen cada uno de ellos numerosos dientes de reemplazamiento, igual que se observa en el género *Labrodon*. Después viene una región en la que se ven diminutos dientes molariformes, que se continúan por el lado externo hacia las comisuras laterales. A mitad del hueso faríngeo ocupan la superficie oclusal del mismo unos dientes lenticulares insertados en sentido transversal, cuyo número es variable en los diversos huesos que poseo, contándose de quince a veinte, los cuales también tienen numerosos dientes de reemplazamiento.

Los dientes molariformes están situados en la superficie externa de los huesos faríngicos, presentando numerosas variedades, que pierden su forma redondeada para pasar a lenticulares.

Localidad: Vindoboniense de Santa Margarita (Mallorca).

Familia: *L a b r i d a e.*

Género: *Labrodon*, P. Gervais, 1859.

Género de lábridos fósiles caracterizado por poseer dos huesos faríngicos superiores de forma triangular, recubiertos de molares colocados por capas, unos sobre otros. Huesos faríngicos inferiores fusionados, formando un solo hueso triangular puntiagudo en su porción anterior, grueso y con la superficie oclusal recubierta de dientes dispuestos en mosaico.

Estos dientes pueden ser todos iguales o bien como sucede más frecuentemente, los dientes de la porción central posterior, mayores que los del resto de la placa. Por debajo de los dientes de la superficie oclusal existen numerosas capas de dientes de reemplazamiento.

La distribución estratigráfica en Europa, va desde el Eoceno al Plioceno. También ha sido citado en el Eoceno de Virginia (América del Norte).

Labrodon multidens, Münster.

Lámina XIII, fig. 1.

1846. Phylloodus multidens de Münster. *Beitrage zur Prefac.*, 7.^a part., página 7, lám. 1, fig. 5.

Los huesos faríngicos superiores vistos por su cara oclusal ofrecen la forma de un tronco de pirámide, cuya base es un triángulo escaleno. La menor de las caras corresponde al lado anterior y la mayor al lado externo.

La superficie triturante presenta en el *Labrodon multidens* un gran diente anterior, que está rodeado a partir del ángulo antero-interno, por seis dientes redondeados que llegan a ponerse casi en contacto con el borde externo. El resto de la placa está recubierto de dientes asimismo redondeados, mayores en su cara interna, y su tamaño disminuye progresivamente cuando se aproxima al ángulo interno.

El hueso faringico inferior, visto por su cara oclusal, presenta la forma de un triángulo isósceles con sus lados anteriores fuertemente escotados. Su vértice anterior se prolonga notablemente, la base es ligeramente cóncava y los dientes mayores corresponden a la parte central de su margen posterior, siendo el mayor el central, con dos dientes a ambos lados, el primero de los cuales es mucho mayor que el segundo. Estos cinco dientes son alargados en sentido antero-posterior y los restantes son todos redondeados y disminuyen progresivamente de tamaño a medida que se acercan a los lados y al vértice anterior.

En la superficie posterior están los dientes recubiertos por el hueso faringico, visibles por la cara inferior, observándose aquí también, el característico aumento de tamaño.

Esta especie es frecuente en el yacimiento Vindoboniense de Santa Margarita, de donde procede el ejemplar que figuramos. También ha sido citada en el Neogeno de Cataluña.

Sparus Neogenus, C. Arambourg.

Lámina XIII, figs. 2-3.

C. Arambourg: *Les Poissons fossiles d'Oran*. T. II, pág. 214, lám. XX, figuras 17-18.

Los caracteres típicos de los molares de esta especie, son su corona poco elevada y su talla relativamente pequeña, ya que su diámetro no excede de 10 milímetros. La superficie de la corona es irregular, un poco deprimida e inclinada hacia el interior de la boca. Otro carácter importante para la determinación específica es la presencia constante de pliegues radiales equidistantes, netamente señalados alrededor de la corona, más abajo que la superficie oclusal de la misma.

Procedencia: Mallorca.

Nivel: Vindoboniense.

Familia: *Percidae*.

Los representantes de esta familia gozan de una extensa distribución estratigráfica y geográfica: aparecen en el Cretácico y son abundantes en los mares actuales.

Género: *Apogon*, Lacepède, 1802.

Este género ya aparece en el Eoceno del Monte Bolca y existen numerosas especies vivientes, principalmente en los alrededores de los arrecifes coralinos de los mares tropicales. Una especie actual citada en el Mediterráneo es el *Apogon imberbis*, que vive en aguas profundas.

Apogon lozanoi, Bauzá.

Lám. XIII, figs. 4-5.

1957. Apogon Lozanoi, Bauzá. *Contribuciones a la fauna ictiológica actual y fósil de España*. Oviedo. Instituto Geológico.

La forma general de los otolitos de esta especie, es parecida a los de la especie actual *A. imberbis*. Borde anterior ligeramente redondeado, existiendo una escotadura poco señalada en su centro en el lugar teórico de la cisura. El rostro apenas señalado, careciendo de antirrostró. El borde dorsal en su parte anterior es alto, descendente hacia el borde posterior, que es romo. El borde ventral, curvado.

El surco poco profundo comienza en el borde anterior. El ostium se ensancha en su parte central para estrecharse en el collum. La cauda, menos ancha que el ostium, se eleva suavemente hacia arriba. El área ventral es lisa y la dorsal presenta en su centro una notable depresión.

Cara interna plana y externa ligeramente convexa con su superficie ondulada.

El ejemplar que figuramos procede de los sondeos en el Plasenciense de Talapí (La Puebla), Mallorca.

Gobius pretiosus, Prochazka.

Lám. XIII, fig. 6.

Otolithus (Gobius) pretiosus, Prochazka. Seel. P. 85, lám. III, fig. 2.

Dimensiones: longitud 2,5-3,8 mm.; altura 1,8-3 mm.

Sagitta izquierda: carece de rostro, antirrostró y cisura, es relativamente corta y en el centro de la misma existe una ligera depresión. El borde a partir del ángulo antero-dorsal, asciende rectamente hacia el ángulo posterior dorsal, en cuyo sitio alcanza la sagitta su máxima altura; de aquí, desciende incurvándose muy abiertamente hacia el borde posterior, formando una apófisis bastante saliente y globulosa. El borde ventral recto. El surco ocupa el centro del otolito, cerrado en ambas extremidades. El ostium es no

tablemente más largo que la cauda, redondeado en su parte anterior, aumentando su anchura a medida que va acercándose al collum; su parte inferior es recta, y ovalada la superior.

La cauda ovalada, tiene su extremo posterior inclinado ligeramente hacia el borde ventral. En la parte superior del área dorsal existe una notable muesca. La cara externa tiene la superficie irregularmente ondulada y convexa. El ejemplar que reproducimos es del Plioceno de Talapí (La Puebla), Mallorca.

Gobius telleri, Schubert.

Lám. XIII, fig. 7.

1906. *Otolithus (Gobius) telleri*. Schubert. *Die Fischotolithus des Osterr.-Ungar Tertiärs*.

Dimensiones: 2.2-2.5 mm. de longitud y 2-2.1 mm. de altura.

Sagitta izquierda: Borde anterior carece de rostro, antirrosto y cisura. Borde ventral rectilíneo hasta el sitio que ocupa el ángulo postero ventral, luego se incurva hasta el centro del borde posterior, en donde se forma un ligero entrante. El borde posterior, que corresponde al área dorsal, sobresale ligeramente del borde que corresponde al área ventral. El borde dorsal dibuja una curva regular. El surco ocupa el centro del otolito y tiene ambos extremos redondeados. El ostium es más ancho y largo que la cauda, ensanchándose su superficie en la parte superior del mismo, para nuevamente estrecharse en el collum. Las superficies del área dorsal y ventral lisas. La cara externa ligeramente convexa.

Localidad: Talapí (sondeos de La Puebla, Mallorca).

Nivel: Plioceno.

Gobius weileri, Bauzá.

Lám. XIII, fig. 8.

G. Weileri, J. Bauzá. *Contribuciones al conocimiento de la Ictiología fósil* «Bol. H.^a Natural de Baleares», 1955.

Como caracteres típicos de esta especie, describimos una sagitta izquierda:

«Borde anterior, dibuja una ligera incurvación, no estando señalados el rostro, antirrosto y cisura. Borde dorsal recto, elevándose hacia el ángulo postero-dorsal, incurvándose luego hacia el borde posterior; éste es casi recto, incurvándose un poco en su parte central. El borde ventral en parte recto y se eleva hasta alcanzar el borde anterior.

El surco, como en todos los *Gobius*, ocupa el centro del otolito; es ovalado, no pudiéndose separar el ostium de la cauda.

Bordeando el surco existe una cresta que lo rodea por completo; paralela a ésta existe una depresión que se halla cortada por una elevación que parte del borde anterior del surco, hasta el borde anterior de la sagitta y del borde posterior del surco al borde posterior del otolito.

La cara interna es plana, y la externa cóncava.»

El ejemplar reproducido ha sido recogido en los sondeos del Plioceno de La Puebla (Mallorca).

Solea latior, R. J. Schubert.

Lám. XIII, figs. 9-10.

Otolithus (Solea) latior, R. J. Schubert, 1906. «D. Fisch, d. Ost. ung. Tert. Abd. a. d. Jah. d. k. k. Geol. R.».

La forma de las sagittas de esta especie es globulosa, convexa en ambas caras. El surco ocupa una posición más o menos central. Comienza cerca del borde anterior y termina lejos del borde posterior. La cauda y el ostium están poco diferenciados. Toda la superficie del surco está rodeada de una arista y bordeando a ésta, existe una depresión. El resto del área superior inferior es lisa, lo mismo que todo el borde del otolito.

El borde dorsal es ascendente hasta alcanzar el posterior, que es recto lo mismo que el ventral.

La superficie de la cara externa, muy elevada en el centro, desciende suavemente hacia los bordes del otolito.

El ejemplar que reproducimos corresponde a una sagitta izquierda, que procede también de los sondeos en el Plasenciense de La Puebla (Mallorca).

Familia: *Gymnodontidae*.

Género: *Diodon*.

Son peces de cuerpo poco alargado, cubierto de placas óseas, cada una de las cuales lleva un par de apéndices laterales, a modo de raíces, y una espina rígida y móvil; mandíbulas sin sutura media. Son los llamados peces erizo, que en la actualidad están representados por varias especies que viven en los mares tropicales.

Las dos mandíbulas superiores, así como las inferiores, están soldadas en una masa compacta y sólida, que lleva dientes. Estos son de dos clases: unos, marginales y cortantes, pequeños y numerosos, situados en la cara anterior de las mandíbulas, donde forman pilas más o menos regulares; los otros, grandes y planos, están situados en la parte interna; son los dientes triturantes. Estos dientes son laminares y están apilados unos sobre otros, formando dos pilas regulares que se unen por la región de la sínfisis.

La mandíbula superior difiere de la inferior por ser un poco más transversa, más corta y triangular que la inferior. Su superficie bucal es plana o ligeramente cóncava y más o menos convexa en la inferior.

Diodon, sp.

Lám. XIV, fig. 1.

Lo incompleto del ejemplar no permite una determinación específica, aunque tiene algunas afinidades con el *Diodon vetus*, que es una pequeña especie muy común en el Mioceno de la Carolina del Norte (E. U.), de donde proviene el tipo habiendo sido encontrada también en el Mioceno de Italia y otras regiones europeas.

El género *Diodon* ha sido citado en el Eoceno de Monte Bolca (Italia), con la especie *Diodon crinaccus*, Agassiz y en el Mioceno son frecuentes, entre otras, las citas de *Diodon scillae* del Mioceno de Italia, Sicilia y Malta, y el *Diodon sigma*, Martin, del Mioceno de Canarias y Java, siendo curiosa la dispersión geográfica de esta especie.

Localidad: Benisa (Alicante).

Nivel: Mioceno.

Familia: *Berycidae*.

Esta familia ya se encuentra representada en el Cretácico y son, en general, peces que viven en aguas profundas.

Género: *Hoplostethus*, Cuvier.

Abundante en el Terciario superior, ha sido citado en el Plioceno de Cataluña y Mallorca.

Hoplostethus pisanus, Kohen.

Lám. XIV, figs. 8-9.

1891. *Otolithus (Hoplostethus) pisanus*, Kohen. «N. Unter such. and Tert. Fish. Otol. N. d. deutsch. geol. Gesells (Berlín).

Dimensiones: longitud 9 mm. y anchura 8,5 mm.

La forma general de las sagittas de esta especie, es la de un pentágono irregular. Borde anterior corto, rostro ascendente, macizo y apenas señalado. El antirrostró generalmente arqueado hacia abajo y saliente. La cisura, pequeña y apenas señalada. El borde dorsal es sumamente variable en

los numerosos otolitos que poseemos, formando una destacada cresta en algunos, mientras en otros es semicircular y finamente dentado.

El borde posterior, en algunos ejemplares es recto y en otros redondeado y liso. Borde inferior de forma semicircular y liso por lo general.

El surco notablemente grande, profundo y netamente delimitado, ocupa gran parte de la cara, que es ligeramente convexa. El ostium tiene la misma longitud que la cauda, pero es mucho más ancho. La cauda, de bordes paralelos y rectos, tiene su extremidad posterior redondeada. Una cresta bien marcada separa el surco del resto de la superficie de la sagitta. La cara externa de forma irregular, presenta un notable abultamiento en la parte que corresponde al área ventral de la interna, para luego sufrir una depresión a medida que se acerca a los bordes, que en su parte opuesta presenta gruesas sinuosidades.

Los ejemplares figurados proceden de Son Talapt (región de La Puebla), Mallorca.

Leuciscus pachecoi, J. Royo Gómez,

Lámina XIV, fig. 10.

J. Royo Gómez. *Los peces fósiles de los Aljezares* (Teruel). «Bol. R. Sociedad Española H.ª Nat.», 1921. Tomo extraordinario.

Los hallazgos de esta especie, son sin duda los más frecuentes en especies ictiológicas fósiles de agua dulce, en lo que se refiere a España; por ello no es de extrañar que también esté muy bien representada en la colección del Museo, de la que figuramos un ejemplar en excelente estado de conservación.

Al estudiar los peces fósiles del Pontense de Los Aljezares (Teruel), Royo Gómez da la siguiente descripción de la especie:

«Cuerpo de forma elegante, sobre todo de joven, con el perfil del dorso suavemente arqueado; 12 cm. de longitud en los mayores ejemplares, su altura está comprendida 4,3 veces en la longitud total sin la caudal. Cabeza contenida tres veces y media en dicha longitud, siendo casi dos veces más larga que alta.

Dientes faríngeos dispuestos en una sola fila y en número de 5-5. Casi todos tienen el extremo ganchudo o por lo menos con tendencia a encorvarse. Los anteriores son cortos, cónicos o ganchudos, y con uno o dos dientecitos en el borde. Los dos siguientes de cada lado son los más grandes y robustos, siendo cónicos o comprimidos, muy gruesos en la base y con el extremo más o menos ganchudo y algo dentado en uno de los bordes; pueden estar más o menos desgastados, llegando a desaparecer toda la parte terminal del

diente. Los posteriores son los más delgados y frágiles, pero son los más ganchudos y con el borde finamente denticulado.

Columna vertebral robusta, constituida por vértebras casi tan largas como anchas, muy excavadas, con apófisis largas algo gruesas, contando 16 caudales y 20-21 abdominales. Costillas fuertes y largas, en número de 17-18.

Aleta dorsal inserta entre la anal y las ventrales, está formada por tres primeros radios sencillos y siete-ocho bifurcados. Anal algo más corta que aquella, pero con el mismo número de radios o uno menos. Caudal más ancha que larga, comprendida cinco veces y media en la longitud total del individuo: lóbulos cortos y algo redondeados, radios en número de 5-10 a 10-7. Las aletas ventrales o abdominales, como suelen estar plegadas, es muy difícil contar en ellas el número de radios, habiéndose hallado como máximo 10-11. Las pectorales son relativamente cortadas y con 15-16 radios.»

En la fauna ictiológica actual de España, la forma típica del *L. cephalus* está representada por dos variedades *Leuciscus cephalus cabedo*, Risso y *L. cephalus pyraenaicus*. Günter, frecuentes en los ríos y arroyos.

Localidad: Los Aljezares (Teruel).

Nivel: Pontiense.

Familia: *Tetradontoidea*.

Esta familia aparece citada, con dudas, en el Eoceno, es abundante en el Mioceno y alcanza los mares actuales.

Género: *Tetradon*, Linneo.

Syst. Nat., ed. 10, 1758, p. 332.

Lám. XIV, fig. 2.

Los caracteres dentarios más típicos del género, son el poseer los huesos mandibulares superiores e inferiores libres, dando lugar a cuatro piezas formadas por dientes laminares.

Tetradon scillac, Lawley.

R. Lawley. *Nuovi studi sopra ai Pesci ed altri vertebrati fossili delle colline Toscane*, p. 80, lám. III, fig. 3, a. c., 1876.

La mandíbula vista por su cara oral, presenta un borde superior cortante, con una superficie de desgaste más acentuada en la parte posterior que en la anterior, lo que da lugar a que quede en su margen anterior una porción

prominente, formada por los restos de las laminillas no afectadas por el desgaste.

La sínfisis está situada en la cara antero-interna del diente y forma una amplia superficie articular. Visto por su cara externa, se observa una capa de tejido óseo que recubre completamente las laminillas, estando a su vez ésta recubierta por una delgada capa de textura brillante, parecida al marfil.

El ejemplar figurado procede del Vindoboniense de Sa Taulada (Santa Margarita, Mallorca), donde los hailazgos de esta especie son relativamente frecuentes.

Familia: *Trigonodontidae*.

Género: *Trigonodon*, Sismonda, 1846.

Trigonodon oweni, Sismonda, 1849.

Lámina XIV, figs. 3-5.

Según Arambourg, los dientes vistos de frente, poseen la corona convexa por delante y se presentan siempre con el borde cortante oblicuo en relación al plano de la base, de suerte que uno de los bordes laterales es elevado, mientras que el otro apenas está marcado.

El borde cortante está generalmente desgastado y, por ello, frecuentemente sinuoso. Visto en sección, el diente es arqueado, convexo exteriormente y uno de sus bordes laterales, precisamente el más elevado, es de mayor grosor en su base, mientras que el otro es delgado y cortante. El borde grueso está limitado verticalmente por una superficie sensiblemente plana, cuya prolongación pasa cerca por el centro de la curvatura de la corona. El diente en su borde cortante es delgado, observándose finísimos pliegues en el inferior de la corona.

Esta especie es frecuente en el Neogeno de España, y el ejemplar reproducido procede del Vindoboniense de Santa Margarita (Mallorca).

Trigonodon sioni, M. Rouault, 1858.

Lámina XIV, figs. 6-7.

1858. *Sargus sioni*.—M. Rouault: *Note sur les vertebres des terrains sédimentaires de l'Ouest de la France*. «Compte Rendu Ac. Sc.»; t. XLVII, página 99.

1875. *Sargus sioni*. Sauvage: *Notes sur les Poissons fossiles*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 3.^a serie, t. III, 1874-1875, lám. XXII, fig. 3, 3 a, 4 y 4 a.

1948. Bauzá Rullán: *Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neogeno catalano-balear*. «Bolet. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», lámina XXXVII a XL.

El *Trigonodon sioni*, cuyos caracteres típicos son el poseer anchos incisivos arqueados y convexos, presentan en su cara interna, que es profunda, pliegues que parten desde su base.

Vistos por su cara externa, que es convexa, los incisivos presentan los siguientes caracteres:

La raíz está separada de la corona por una pequeña depresión, llena de finísimos surcos.

El borde superior de la corona no es completamente horizontal, como se observa en el *Trigonodon oxæni*, sino que se incurva notablemente, llegando en numerosos ejemplares a los cuatro milímetros de diferencia entre el lado lateral anterior y el lado lateral posterior, diferencia notable teniendo en cuenta que los mayores ejemplares recogidos poseen las siguientes dimensiones: ancho base corona, 9 mm.; ancho cima de la corona, 10 milímetros; altura total del diente, incluyendo la raíz, parte anterior, 15 milímetros.

Vistos por su cara interna, son cóncavos, presentando los típicos pliegues que parten desde su base y que desaparecen antes de alcanzar la cima del diente.

Esta especie se ha encontrado en casi todos los yacimientos vindobonienses de Mallorca.

L A M I N A S

LÁMINA I

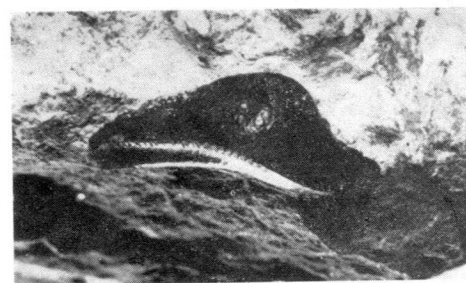
Fig. 1-2.—*Asterocanthus ornatus*, Agass. $\times 1,2$. Jurásico. Ortigosa de Cameros (Logroño).

Fig. 3-4.—*Leptolepis voithi*, Agass. Kimmeridgense. Rubies (Lérida).

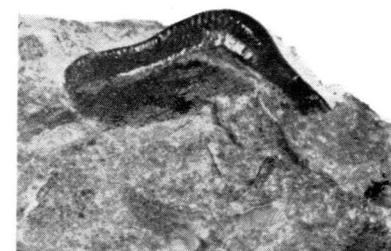
Fig. 5.—*Microdon* sp. Ligeramente aumentado. Kimmeridgense. Rubies (Lérida).

Fig. 6.—*Coelodus* sp. Turonense. Cuenca.

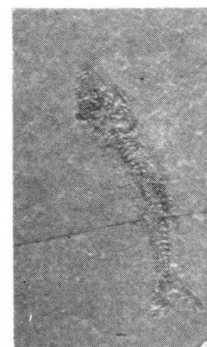
Fig. 7.—*Microdon* cf. *egertoni*, Thiollière. Ligeramente aumentado. Kimmeridgense. Rubies (Lérida).



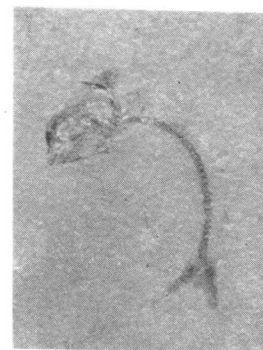
1



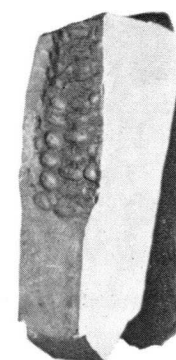
2



3



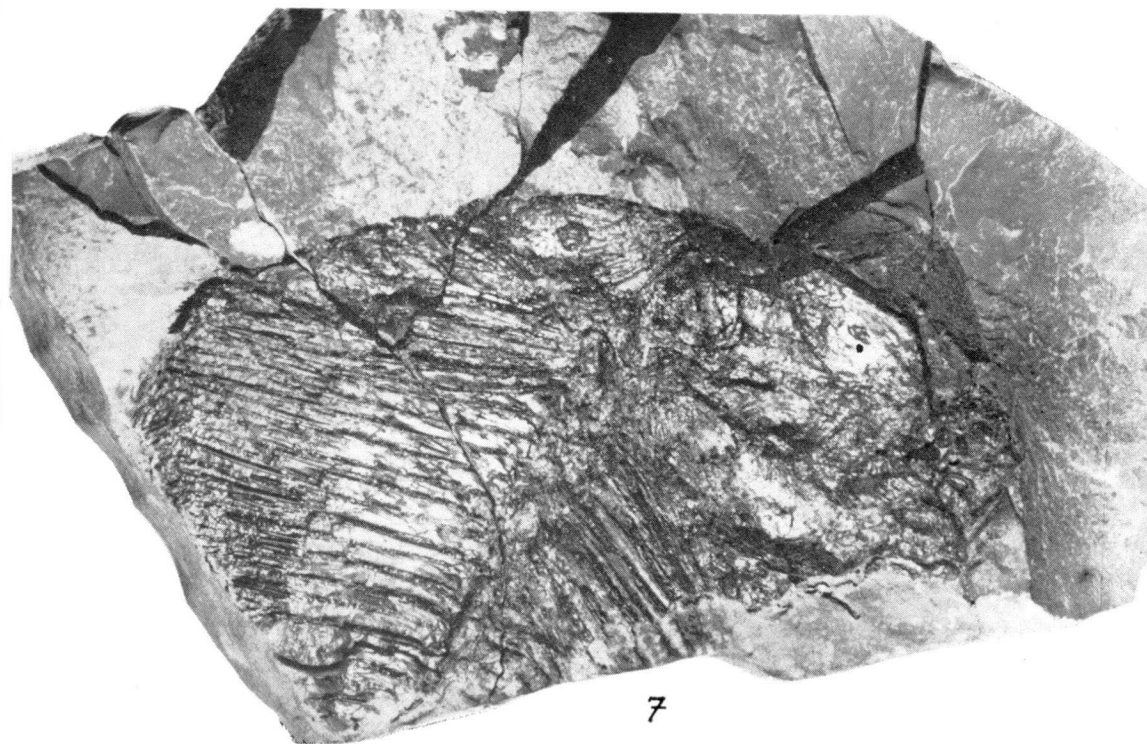
4



5



6



7

LÁMINA II

Anaethalion (Aethalion) vidali, Sauvage. Kimmeridgense. Rubies en Santa María de Meya (Lérida).

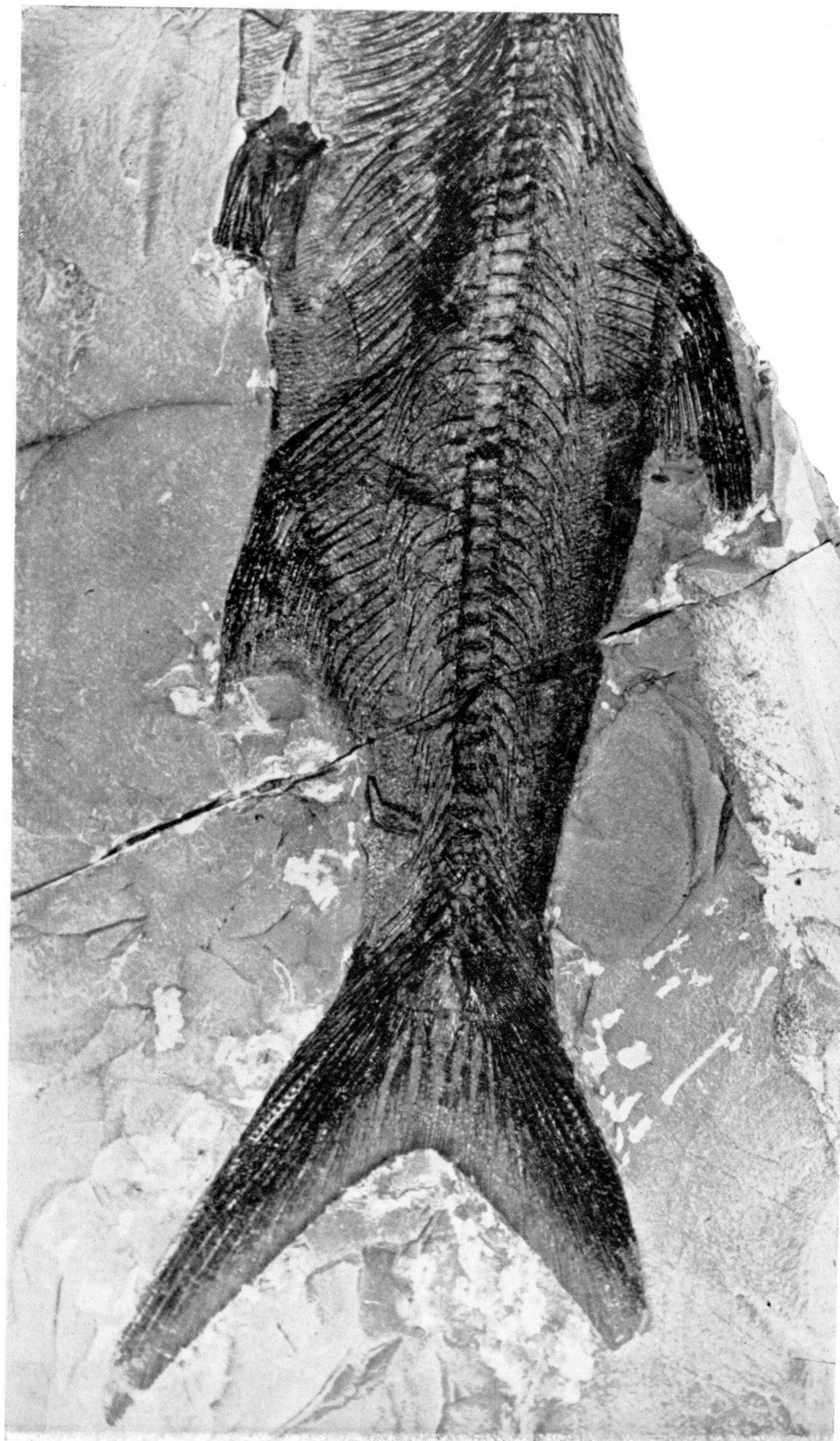
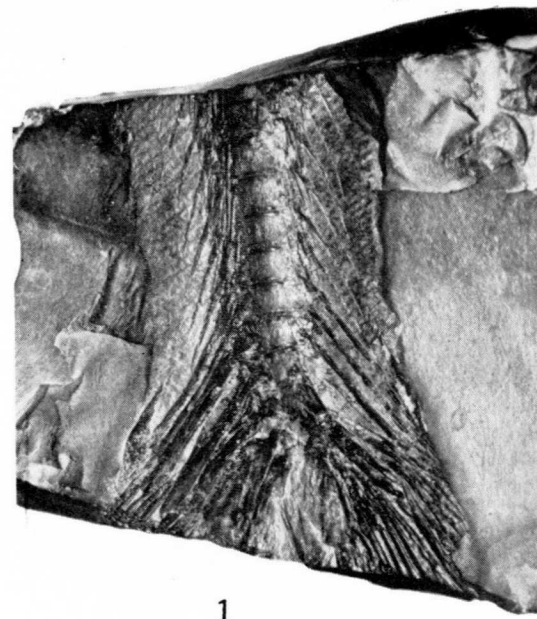
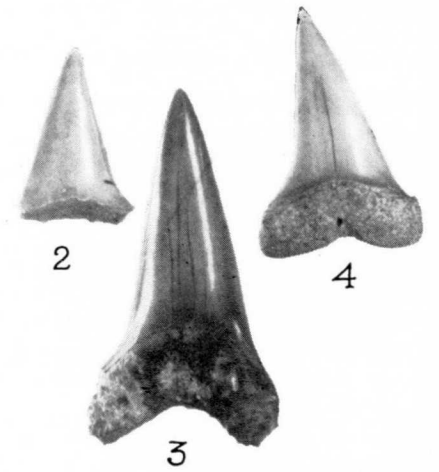


LÁMINA III

Fig. 1.—*Anaethalion (Aethalion) gigas*, Sauvage.
Fig. 2-4.—*Oxyrhina astalis*, Agass. Mioceno. Andújar (Jaén).
Fig. 5-12.—*Oxyrhina astalis*, Agass. Mioceno. Córdoba.



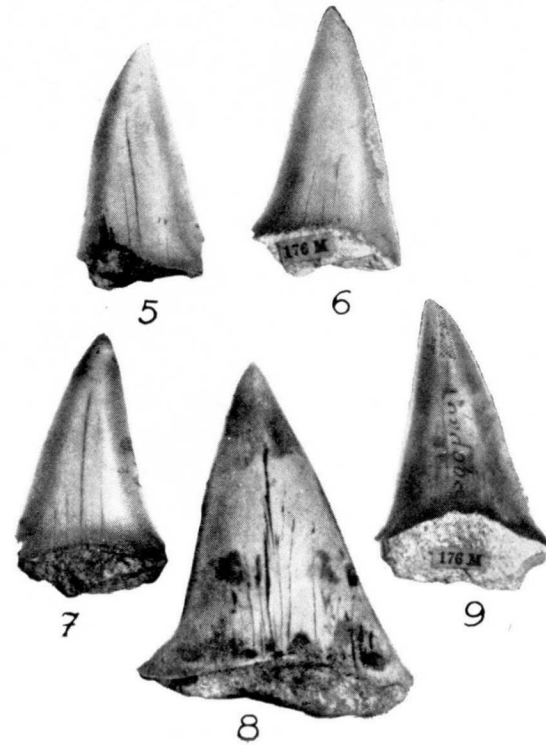
1



2

3

4



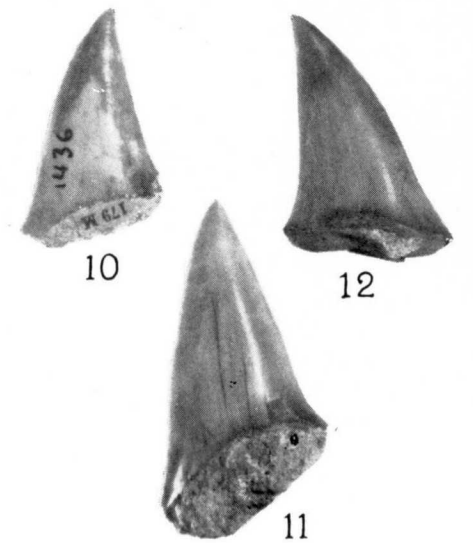
5

6

7

8

9



10

12

11

LÁMINA IV

- Fig. 1-3.—*Oxyrhina desorii*, Agass., $\times 1,7$ (cara interna, externa y perfil respectivamente). Plasenciense. Málaga.
- Fig. 4-5.—*Oxyrhina astalis*, Agass., $\times 1,15$. Plasenciense. Málaga.
- Fig. 6-8.—*Oxyrhina astalis*, Agass., $\times 1,2$ (cara externa, interna y perfil respectivamente). Plasenciense. Málaga.



LÁMINA V

Fig. 1-2.—*Carcharodon megalodon*, Agass. (perfil y lado externo respectivamente). Plioceno. Los Cabezos (Huelva).

Fig. 3-5.—*Oxyrhina astalis*, Agass. (cara externa, perfil e interna respectivamente). Plioceno. Carmona (Sevilla).

Fig. 6.—*Oxyrhina astalis*, Agass. Plioceno. Málaga.

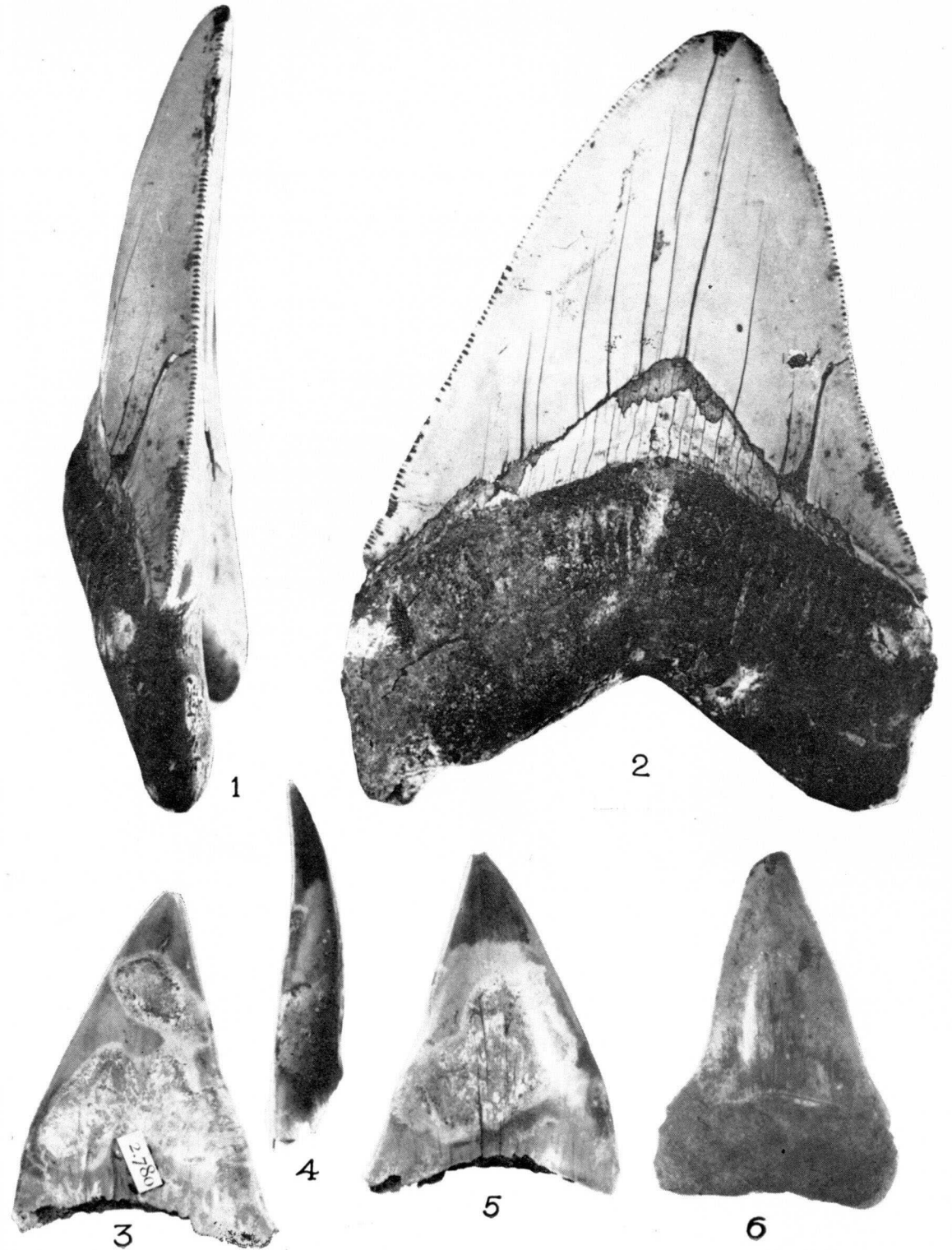


LÁMINA VI

- Fig. 1.—*Carcharodon megalodon*, Agass. (cara interna). Plioceno. Los Cabezos (Huelva).
 Fig. 2-4.—*Carcharodon* cf. *rondeleti*, Muller y Henle, $\times 1,2$ (perfil, cara interna y externa respectivamente). Plioceno. Tejares (Málaga).
 Fig. 5-7.—*Hemipristis serra*, Agass. $\times 2,75$ (cara externa, interna y perfil) Plioceno. Tejares (Málaga).

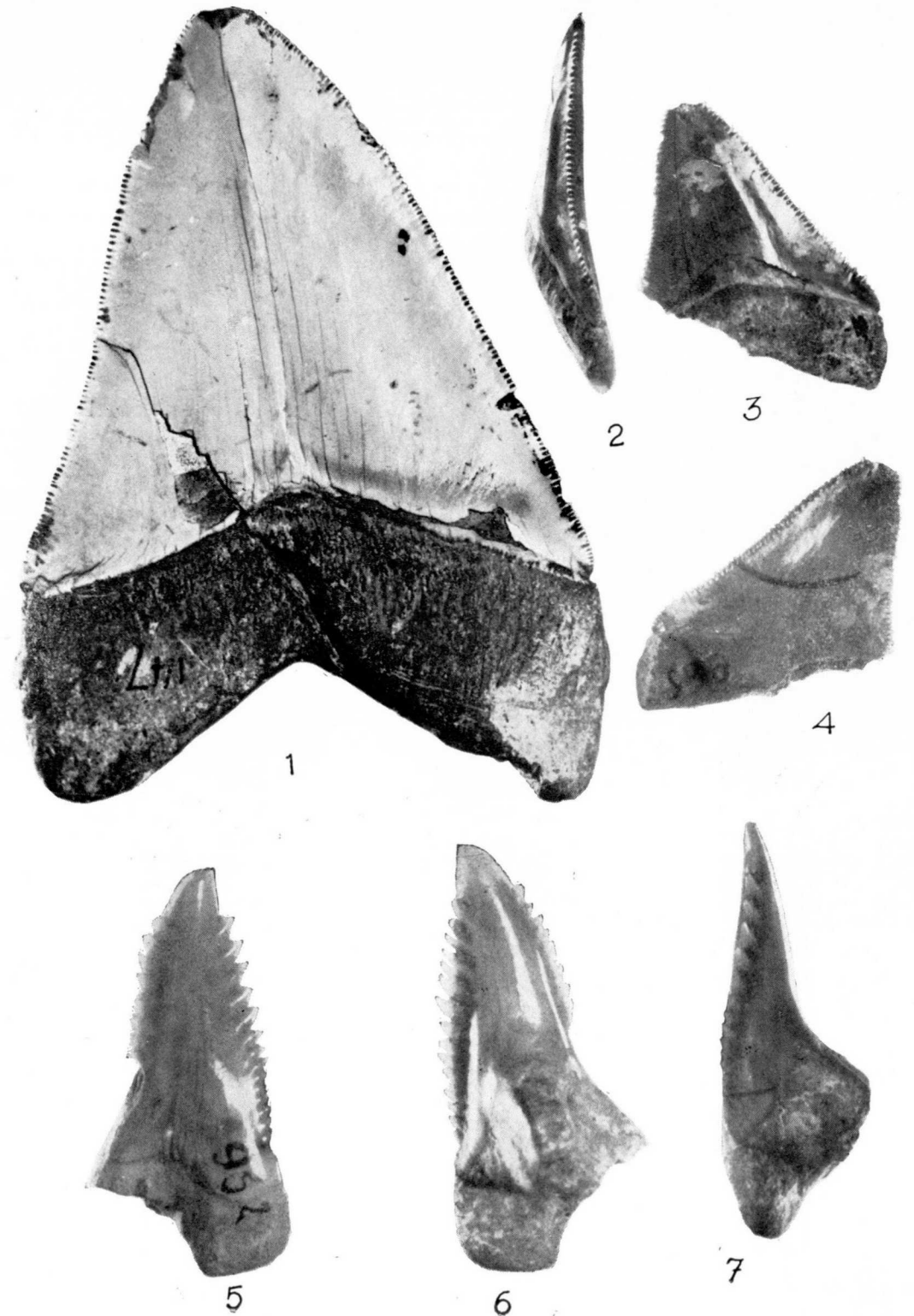


LÁMINA VII

Fig. 1-3.—*Carcharodon megalodon*, Agass. (cara interna, externa y perfil). Mioceno. Lorca (Murcia).

Fig. 4-13.—*Odontaspis (Synodontaspis) acutissima*, Agass. (cinco ejemplares vistos de frente y perfil). Plioceno. Tejares (Málaga).

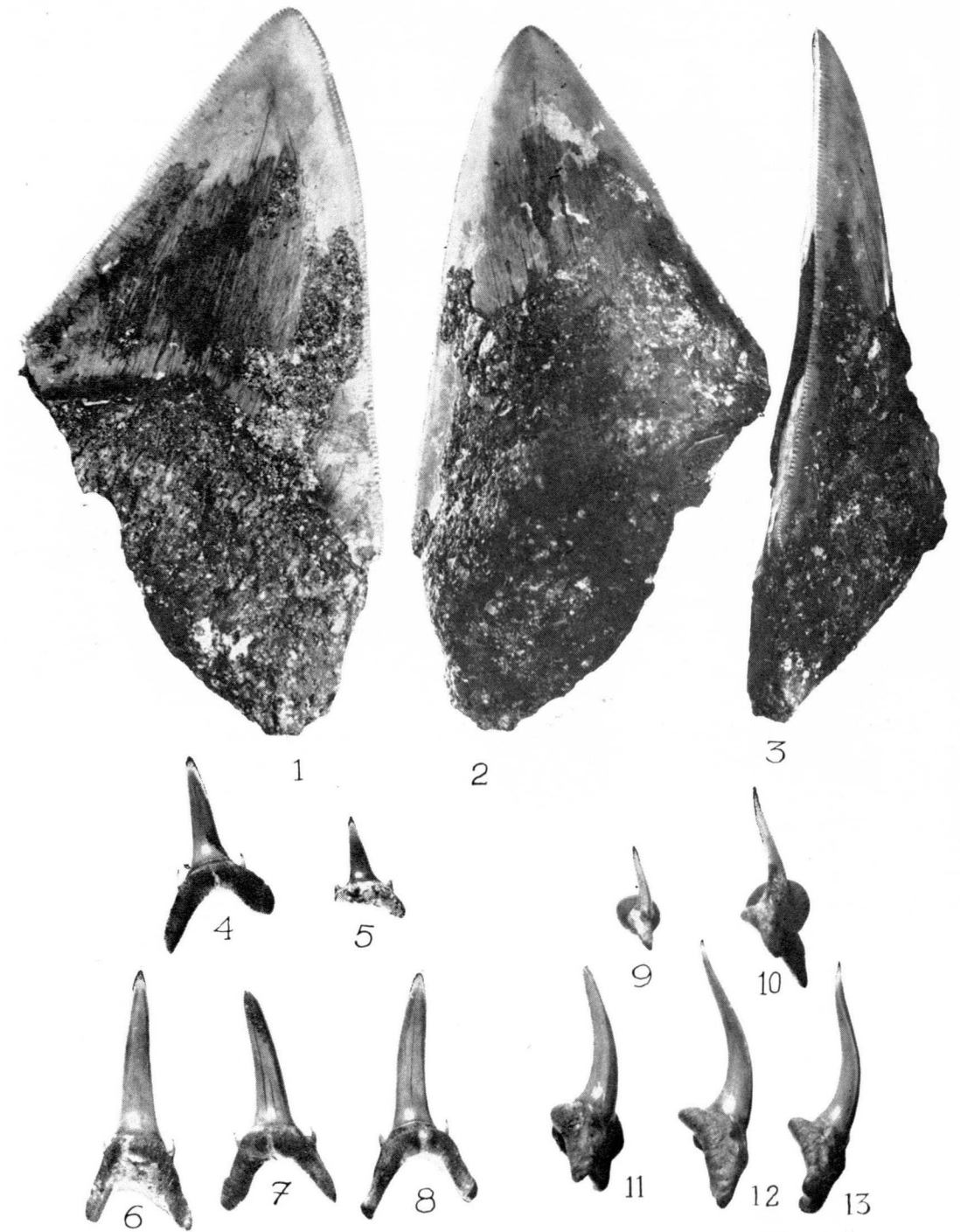


LÁMINA VIII

Fig. 1.—*Carcharodon megalodon*, Agass. (diente anterior de la mandíbula inferior). Calblanda-Niebla (Huelva).

Fig. 2.—*Hypoprion acanthodon*, Le Hon, $\times 2$. Burdigaliense. Altafulla (Tarragona).

Fig. 3-5.—*Carcharimus egertoni*, Agass., $\times 1,65$. Plioceno. Tejares (Málaga).

Fig. 6-9.—*Odontaspis (Synodontaspis) acutissima*, Agass., $\times 1,60$ (cara interna). Plioceno. Tejares (Málaga).

Fig. 10.—*Odontaspis acutissima*, Agass., $\times 1,70$ (cara interna). Burdigaliense. Vilaseca (Tarragona).

Fig. 11.—*Odontaspis acutissima*, Agass., $\times 2,75$ (sin raíz). Mioceno. Córdoba.

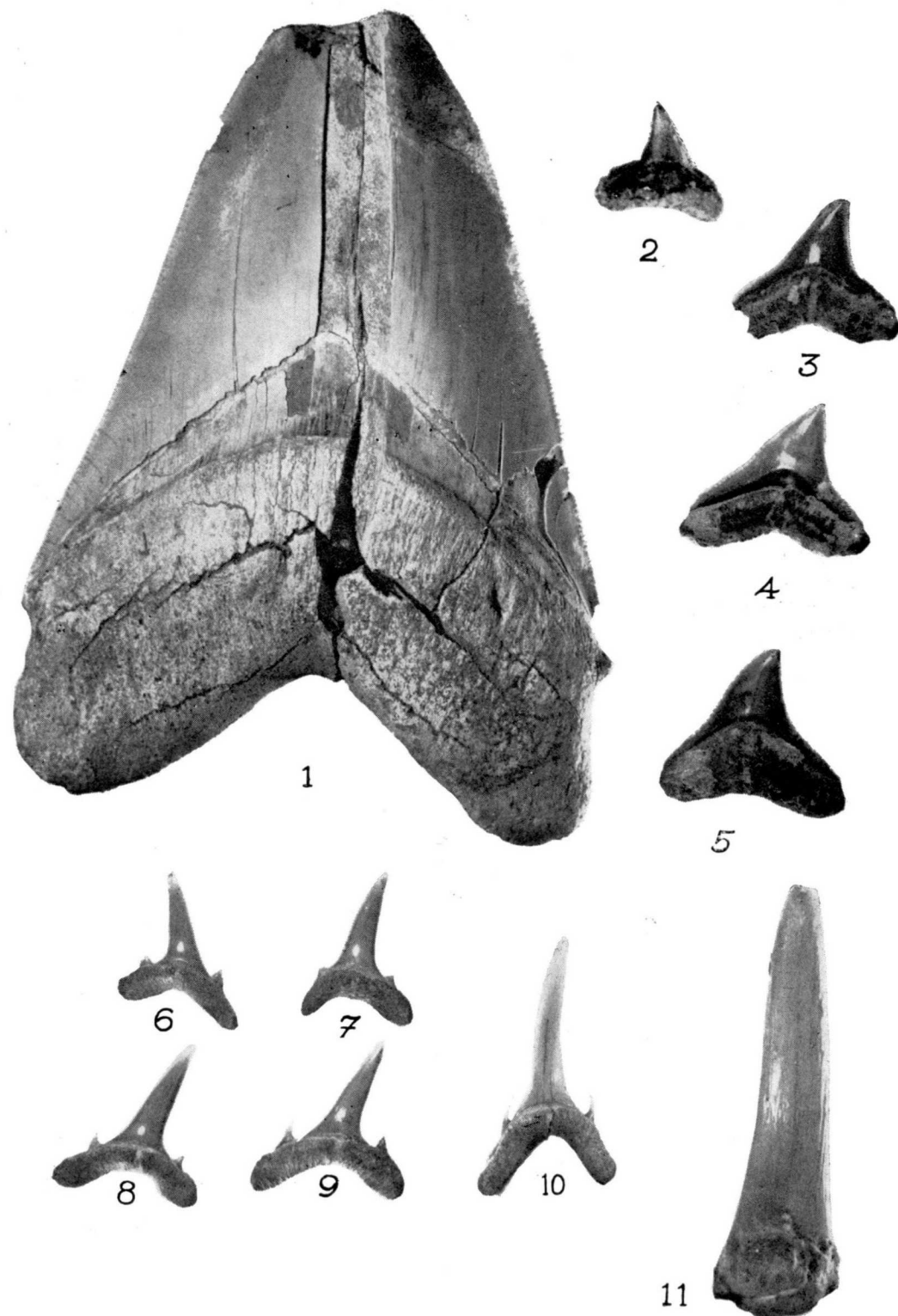


LÁMINA IX

- Fig. 1-2.—*Odontaspis cuspidata*, Agass., $\times 1,85$. Helveciense. Rubí (Barcelona).
 Fig. 3-5.—*Odontaspis cuspidata*, Agass., $\times 1,25$ (cara externa, interna y perfil). Mioceno.
 Andújar (Jaén).
 Fig. 6.—*Myliobatis meridionalis*, Gervais (placa dentaria inferior). Mioceno. Niebla (Huelva).

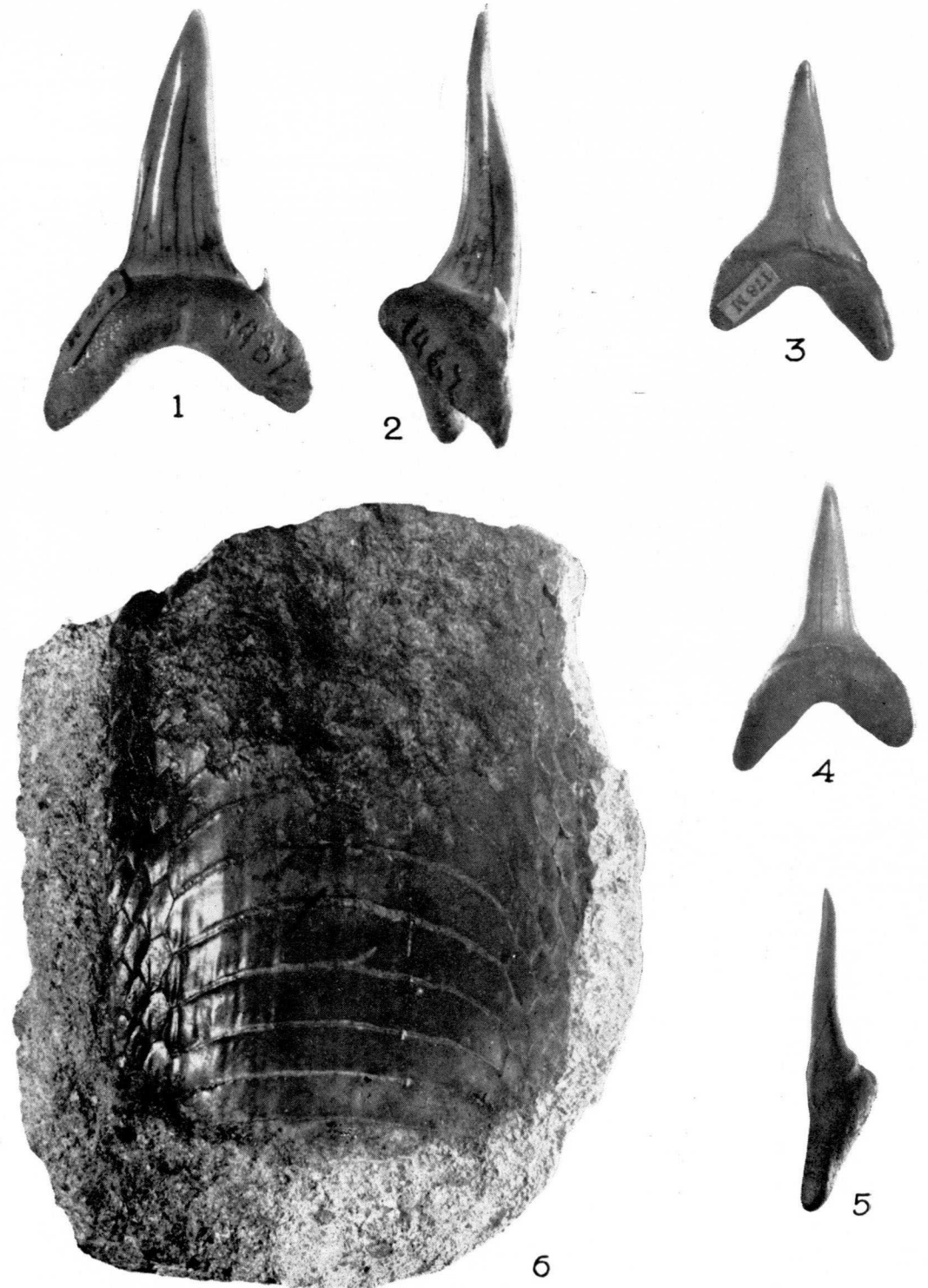
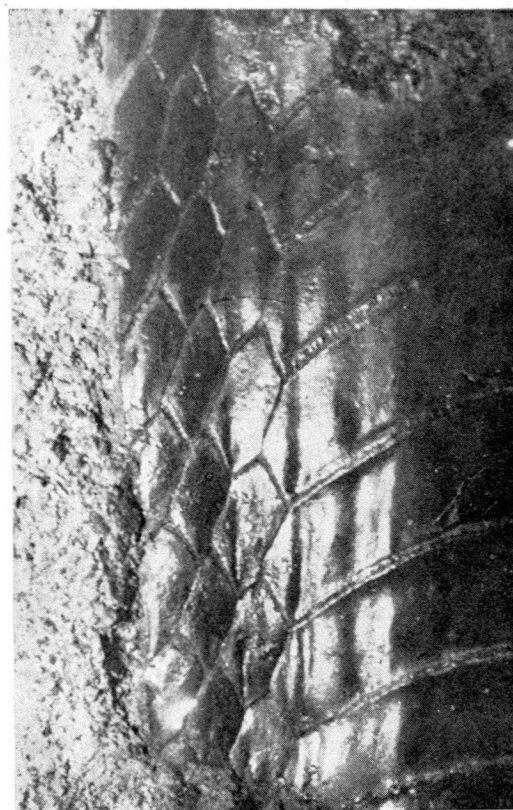
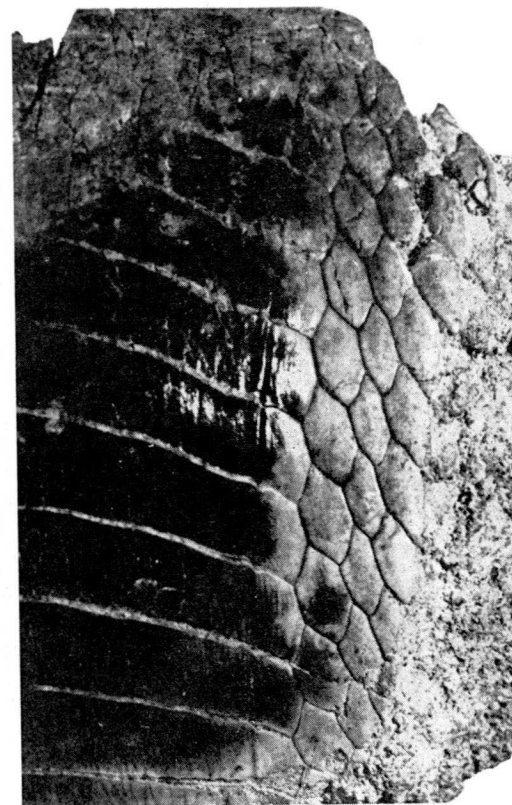


LÁMINA X

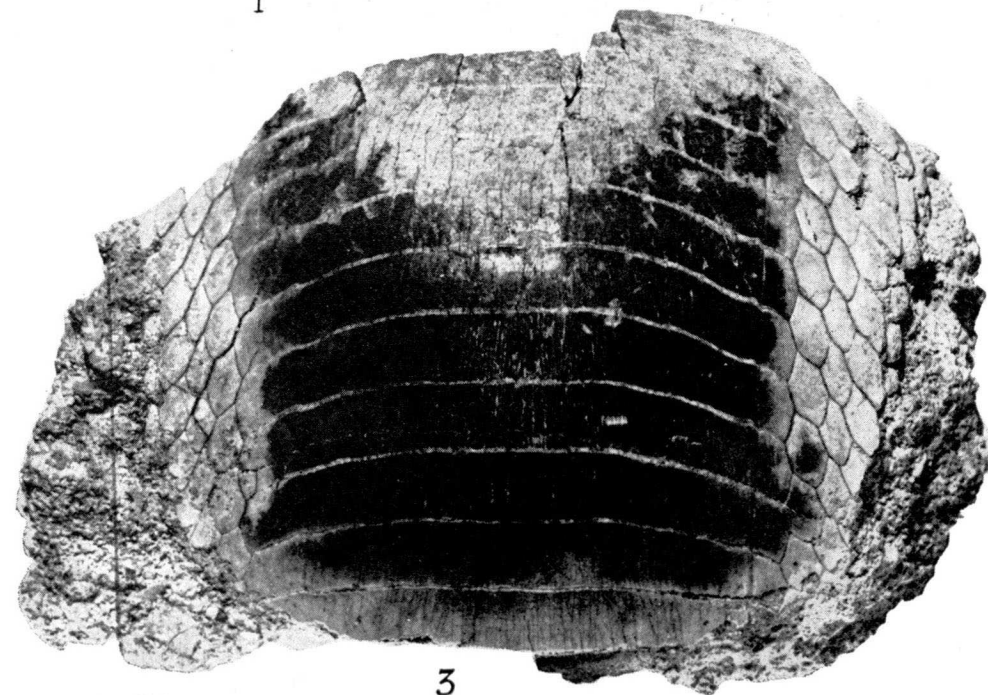
Fig. 1.—*Myliobatis meridionalis*, Gervais (ampliación de la fig. 6 de la lámina anterior).
Fig. 2-3.—*Myliobatis meridionalis*, Gervais (fig. 2 ampliada). Mioceno. Alcolea (Almería).



1



2



3

LÁMINA XI

- Fig. 1.—*Myliobatis meridionalis*, Gervais. Mioceno. Alcolea (Almería).
 Fig. 2.—Espina caudal de *Myliobatis*, $\times 1,55$. Plioceno. Los Cabezos (Huelva).
 Fig. 3.—Espina caudal del *Myliobatis aquila*. Actual.
 Fig. 4.—Espina caudal incompleta de *Myliobatis*, $\times 1,35$. Burdigaliense. Vilaseca (Tarragona).
 Fig. 5-6.—*Dasyatis cavernosus*, Probst.

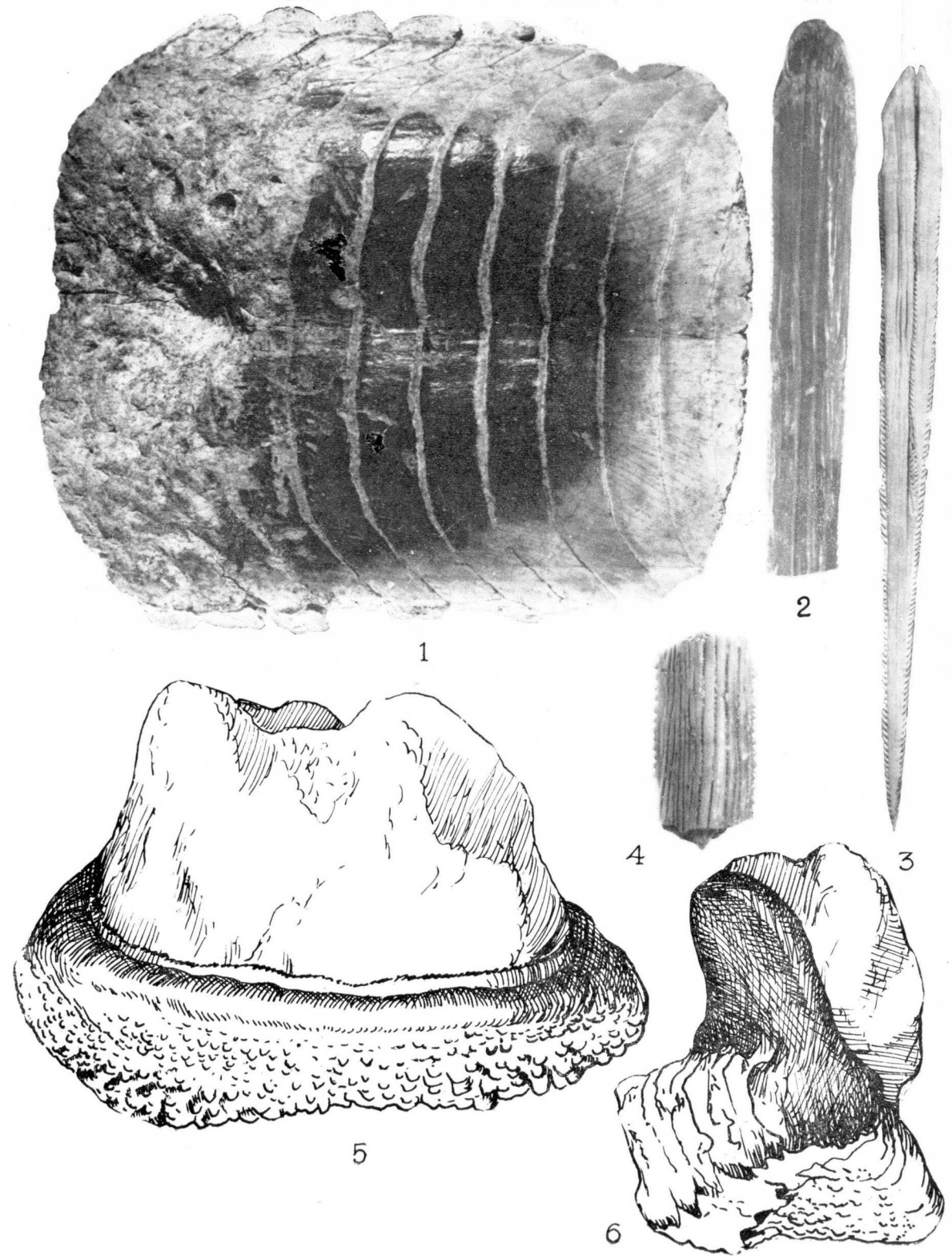


LÁMINA XII

Taurinichtys villaltai, Bauzá, × 7. Vindoboniense. Santa Margarita (Mallorca).

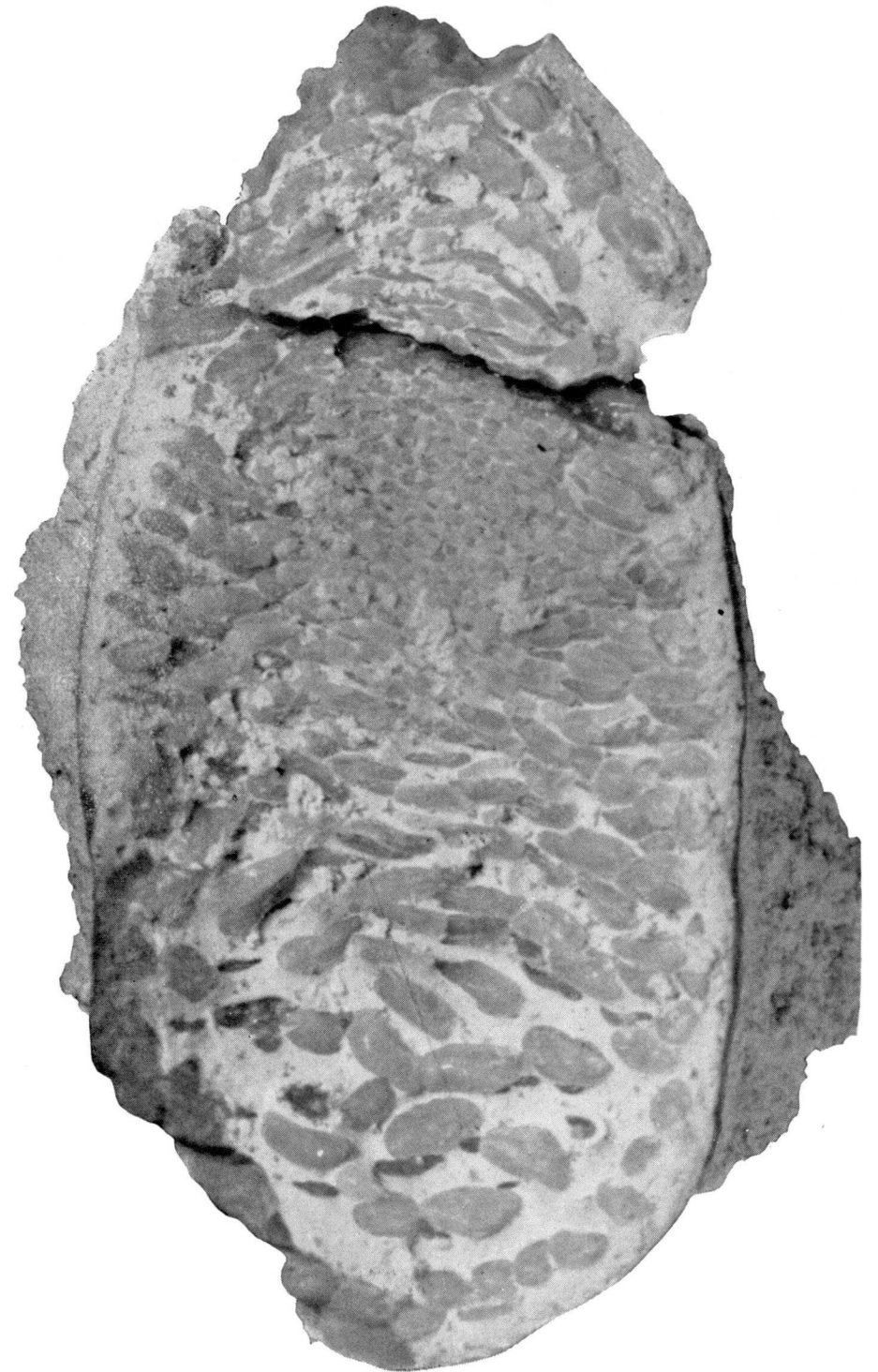
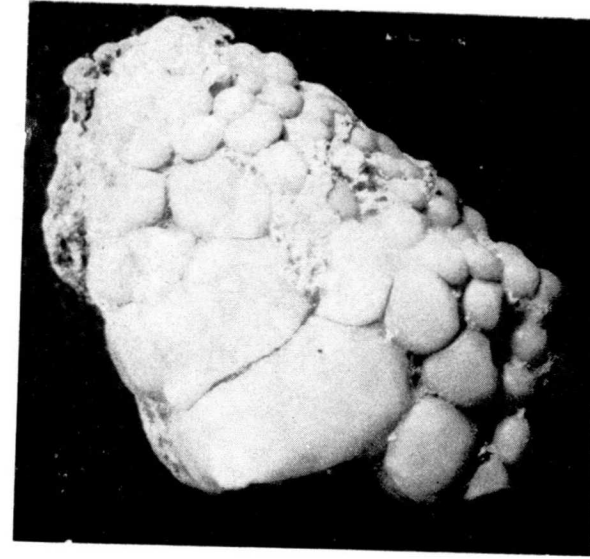


LÁMINA XIII

- Fig. 1.—*Labrodon multidentis*, de Munster, $\times 6$.
 Fig. 2-3.—*Sparus neogenus*, Arambourg, $\times 2$, Vindobomense. Mallorca.
 Fig. 4-5.—*Apogodon lozanoi*, Bauzá. *Otolithus* ($2 \times 1,5$ mm. y $2,5 \times 2$ mm. respectivamente). Plasenciense. Talapí (La Puebla-Mallorca).
 Fig. 6.—*Gobius pretiosus*, Prochazka. *Otolithus* (Sagitta izquierda, lado interno $\times 24$). Plioceno. Talapí (La Puebla-Mallorca).
 Fig. 7.—*Gobius telleri*, Schubert. *Otolithus* (Sagitta izquierda, lado interno, $\times 24$). Plioceno. Talapí (La Puebla-Mallorca).
 Fig. 8.—*Gobius weileri*, Bauzá. *Otolithus* (Sagitta derecha $1,8 \times 1,2$ mm.). Plioceno. Talapí (La Puebla-Mallorca).
 Fig. 9-10.—*Solea latior*, Schubert. *Otolithus* (Sagitta izquierda, $\times 12$). Plioceno. La Puebla (Mallorca).



1



2



3



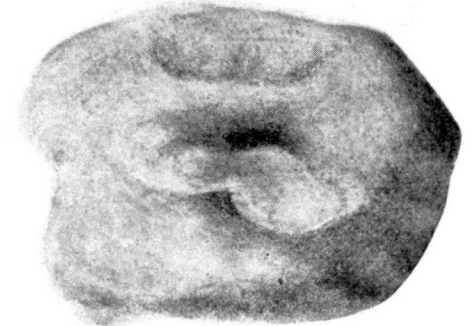
4



5



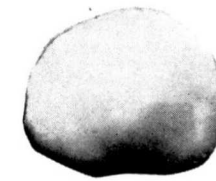
6



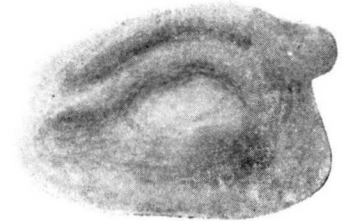
7



9



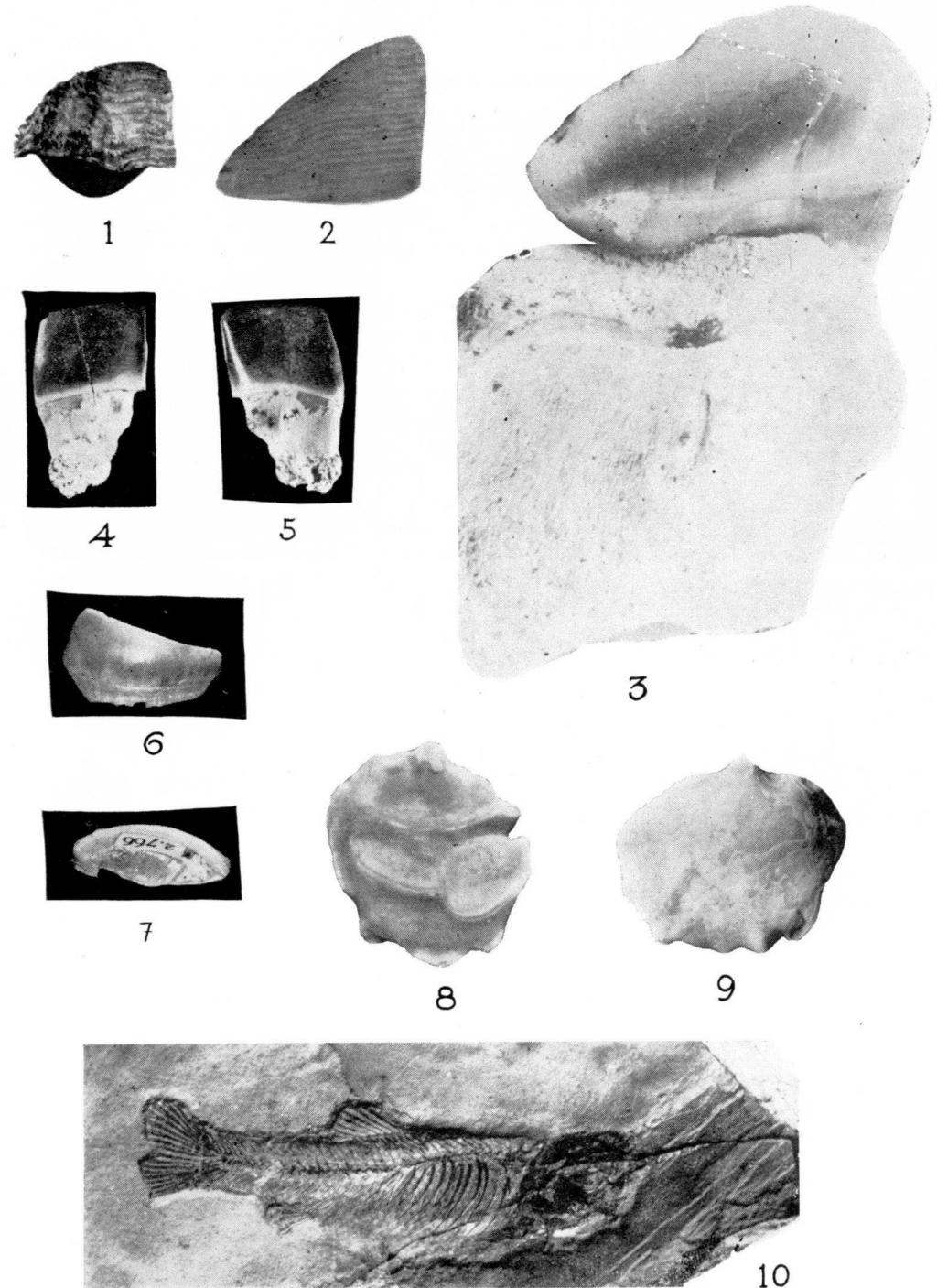
10



8

LÁMINA XIV

- Fig. 1.—*Diodon* sp. Mioceno. Benisa (Alicante).
 Fig. 2.—*Tetrodon* sp. Vindoboniense. Sa Taulada (Santa Margarita-Mallorca).
 Fig. 3-5.—*Trigonodon oweni*, Sismonda. La fig. 3, $\times 3$ y las 4-5 ligeramente aumentadas. Vindoboniense. Santa Margarita (Mallorca).
 Fig. 6-7.—*Trigonodon sioni*, Rouault. Vindoboniense. Santa Margarita (Mallorca).
 Fig. 8-9.—*Hoplostethus pisanus*, Koken. *Otolithus*, $\times 3,5$. Plasenciense. Talapí (La Puebla-Mallorca).
 Fig. 10.—*Leuciscus pacheoi*, Royo Gómez. Pontiense. Los Aljezares (Teruel).



ANTONIO DUE ROJO, S. I.
Director del Observatorio de Cartuja (Granada)

GEOLOGÍA BÍBLICA

RESUMEN

Se encuentran en la Sagrada Escritura hechos de carácter geológico y geofísico, relacionados con un contenido primordialmente religioso; y los intérpretes de diferentes escuelas se inclinan a veces a una crítica científica exagerada, en pro o en contra de una intervención especial de la Providencia en los fenómenos naturales. Un criterio sano y razonable debe aplicarse a las cuestiones relacionadas con el dogma, tales como el origen y último destino cósmico de la Tierra, así como también la primera formación del hombre. No faltan en el texto bíblico otros casos interesantes relacionados con la prospección geológica, hidrología, vulcanismo y sismología, que aquí se exponen y discuten brevemente.

SUMMARY

Geological and geophysical facts are reported in the Holy Scripture, as they are in connexion with its primarily religious content: interpreters of different schools are frequently inclined toward an exaggerated scientific criticism against or in favour of providential and special intervention in natural phenomena. An orthodox and reasonable criterium is to be applied to such biblical and dogmatic questions as the origin of the Earth and its final cosmical destiny, as well as the first formation of the human nature, in due harmony with modern paleontological investigations, and other similar problems. There are also some interesting facts in the Bible correlated with geological prospection, hydrology, vulcanism and seismology, with are here shortly mentioned and discussed.

La armonía entre el texto de la Biblia y los postulados de la ciencia ha sido objeto durante largos años de discusiones en todos los terrenos, así por parte de los teólogos y escrituristas como de los científicos de diferentes y aun opuestas tendencias: apologistas e impugnadores, concordistas de buena intención y escépticos universales. De aquí las diversas actitudes adaptadas por unos y otros frente al problema: para el cristiano, y en lo que se refiere al Antiguo Testamento, también para el judío, la Biblia es un libro sagrado, obra de Dios, en la que, por tanto, no cabe admi-

tir error alguno: para el racionalista, sea cualquiera su matiz, es obra puramente humana y como tal se ha de someter a crítica al mismo nivel que las demás historias o tratados debidos a la mano del hombre.

Pero es el caso que en los últimos tiempos los partidarios de una crítica negativa y demoleadora, que antes se limitaban a negar cómodamente cuanto hallaban en el texto bíblico disconforme con sus prejuicios o doctrinas, ahora se han visto seriamente desautorizados por numerosas y evidentes comprobaciones de hechos bíblicos contra los que nada valen las teorías mejores inventadas. Muchos descubrimientos de esta clase han sido recogidos por Werner Keller en su libro: *Y la Biblia tenía razón*, buen éxito de librería, aunque no tanto de crítica, ya que sus criterios son a veces inaceptables; pero la compilación de datos arqueológicos es oportuna y su intención buena: en conjunto el libro es útil y de él tomaremos aquí algunos elementos de juicio.

Otra tendencia semejante es la del concordismo exagerado, también de diversos matices, por el que cada autor se esfuerza en ver un paralelismo demasiado yuxtalineal entre las palabras bíblicas y las doctrinas científicas de su propio tiempo; como éstas cambian y se suceden y anulan unas a otras, es natural que tal método sea deficiente. Ya lo era en tiempos de San Agustín, quien advertía prudentemente la inutilidad de buscar rigor científico en las expresiones bíblicas relacionadas con las ciencias naturales, puesto que el designio del verdadero Autor de esos libros fue conducir a los hombres a su último fin, y no enseñarles estas otras cosas, que no aprovechan al menos directamente, para la salvación. Así consta que en la descripción de fenómenos naturales en lenguaje común y asequible a aquellos a quienes se destinaba, se habló según las *apariencias físicas*, como veremos en seguida en algún ejemplo: por el contrario ha sido reprobada la tendencia de autores modernos a atribuir al texto la norma de haber seguido las *apariencias históricas*, es decir, de haberse acomodado a las opiniones vulgares, con todas sus imperfecciones y errores: en una palabra, a concederle únicamente un valor relativo en cuanto a la verdad de lo que afirma.

Descartado el concordismo exagerado por exceso, también habrá de serlo el que peca por defecto: consiste en minimizar de tal modo la afirmación bíblica sometida a explicación científica, que de ella apenas queda una sombra o apariencia de realidad: de tal procedimiento citaremos asimismo varios ejemplos. La intención muchas veces es hacer el relato más verosímil, pero a costa de la fidelidad al sentido claramente expresado en el texto. Es frecuente este caso cuando se trata de fenómenos físicos relacionados con las condiciones geológicas y geofísicas en las regiones donde ocurrieron los hechos, condiciones mejor conocidas hoy y que en efecto hacen muy verosímiles las circunstancias descritas: pero de aquí a reducir

al nivel de lo natural lo que claramente se afirma haber sido una intervención especial de Dios en el curso de los acontecimientos, hay gran distancia: a lo más puede admitirse que el influjo sobrenatural consistiese en el conocimiento profético del tiempo y modo del suceso futuro, imposible de saber por medios naturales.

Una especie de clave o solución previa de orden negativo puede ser útil para la debida interpretación de los pasajes en que se exponen tales hechos discutidos: y es la prudencia y cautela en no aceptar fácilmente el sentido obvio, llamémosle así en tono peyorativo, de una frase donde cada palabra hebrea o griega ha sido sustituida por otra castellana, inglesa o francesa, y al conjunto se ha dado el valor gramatical y científico que tiene hoy entre nosotros, olvidando los milenios que nos separan del escritor primitivo. Con razón San Agustín en estos casos de interpretación difícil admitía la posibilidad de un defecto, ya de trasmisión en los códices empleados, ya de fidelidad en los traductores: o, finalmente, que él mismo no lo hubiese entendido bien. Aun hoy, después de largos siglos de investigación, quedan a veces dudas sobre pasajes oscuros; se comprende fácilmente cuál será la consecuencia de un «libre examen» en cuestiones tan árduas, y a cuántos errores se presta en el terreno científico, como ha ocurrido en el dogmático.

PRINCIPIO Y FIN DEL PLANETA TIERRA

Lo que extensamente se discute en astronomía y geología sobre las primeras fases de la historia terrestre hasta la actual, lo encontramos expresado en breves palabras de la primera página de la Biblia: «En el principio creó Dios el cielo y la tierra», y dijo Dios: «Reúnanse las aguas de debajo de los cielos y aparezca la tierra seca». La afirmación de que todo el mundo material es obra del Supremo Hacedor, se hace con sencillez solemne, dividiendo a este mundo en dos partes aparentemente iguales, tales como aparecen a los ojos de todos, sabios e ignorantes: un universo partido por el horizonte en dos regiones, superior e inferior: no se pretende explicar la naturaleza íntima de esas dos partes, sino expresar claramente la universalidad de la acción creadora. Y otro tanto se diga de los continentes que afloran sobre las aguas y de la separación entre uno y otro dominio: los exégetas llaman a estas frases, correspondientes a los seis días genésicos, obra de distinción y ornato, opuesta a la de creación propiamente dicha: y, en efecto, hay aquí una gradación y orden lógico manifiestamente literario y dialéctico. Lo que Moisés pretende al escribir estas líneas es inculcar, por una parte, a su pueblo la idea clara de que el Señor es autor y ordenador de todas las cosas, y proponer la semana di-

vina como modelo que imitar mediante el trabajo de seis días y el descanso sabático del séptimo, consagrado y santificado con el culto al mismo Señor; la forma exterior con que se presenta este pensamiento es algo secundario y objeto de la libre discusión de los doctores de todos los tiempos, mientras no sea definido en un sentido determinado.

Acerca de la constitución material de la Tierra y sus habitantes distingue San Pablo (1.^a Cor. 15,40) «cuerpos celestes y cuerpos terrestres; pero una es la gloria de los celestiales y otra la de los terrenos»; no se habla aquí en el sentido riguroso que dieron los filósofos antiguos a la distinción específica entre los elementos del cielo y de la Tierra: está explicando a los corintios el dogma de la resurrección de los muertos y declara la diferencia entre el cuerpo mortal y el glorioso, limitándose a insistir en su diferente esplendor, para lo cual se vale de la comparación entre unos y otros astros y su claridad: no hay en sus palabras contradicción alguna al hecho de que los astros estén compuestos de los mismos elementos químicos que hay en la Tierra.

Abundan los textos de carácter apocalíptico, que en diversas formas y estilos literarios tratan de ese último capítulo de la geología histórica correspondiente a la fase final de la evolución terrestre: se les llaman escatológicos (del griego *eschatos* = último) y suele ser de difícil interpretación en cuanto que contienen un fondo profético real, un anuncio del futuro: la oscuridad del sentido consiste en que no nos consta el alcance físico implicado en esas palabras y hasta qué punto es válido el paralelismo con lo que la geología nos permiten conjeturar acerca del último destino cósmico de la Tierra. En algunos casos es manifiesta la intención encerrada en las palabras, y fácil prescindir del ropaje de imágenes orientales (usadas en otras literaturas contemporáneas); citaremos dos ejemplos semejantes: el llamado sermón escatológico de Jesucristo (Mt. 24, 29) donde leemos que «se oscurecerá el Sol, y la luna no dará su luz, y las estrellas caerán del cielo» en los días inmediatos al juicio final: y en la 2.^a epístola de San Pedro (3, 7-10) «Los cielos y la Tierra actuales están reservados por la palabra de Dios para el fuego en el día del juicio y de la perdición de los impíos. Vendrá el día del Señor como ladrón, y en él pasarán con estrépito los cielos, y los elementos abrasados se disolverán y asimismo la Tierra con las obras que en ella hay».

Hay que distinguir aquí, como en otros lugares parecidos, el curso *natural* o proceso planetario, y la intervención *sobrenatural* de la Providencia, en cuyas manos está poner fin a la vida de la humanidad, de esos hombres a quienes está dirigido el aviso profético; y por eso San Pedro, después de haber dicho que este mundo pasará y será destruido, para dar lugar a «nuevos cielos y nueva Tierra, en los que habita la justicia», deduce inmediatamente consecuencias de orden moral para los cristianos a quienes escribe: las que en otros pasajes hallamos, relativas a estar siempre dispuestos a

dar cuenta de nuestra vida y actos. Es inútil, pues, buscar un paralelismo entre esas estrellas que caen del cielo (imagen frecuente en la literatura escatológica) y las aportaciones meteóricas actuales sobre nuestro planeta: en cuanto a ser nuevos los futuros cielos y la futura Tierra, es una forma adecuada de expresar, como lo hace Isaías en términos parecidos, una idea mesiánica: el triunfo final del Mesías al fin de los tiempos, en que la intervención activa de Dios en el mundo, que llamamos Providencia, tendrá como última manifestación el juicio y sentencia por parte del que no sólo es Creador y Rector del universo, sino también Juez. Las señales exteriores descritas en esos pasajes son las del fin de *nuestro* mundo, afirmación fundamental cuyo contenido interesa a los hombres; nada se dice del resto del Cosmos. En el epitafio del rabino Isaac Alfasi, muerto en el año 1103, se lee acerca de su muerte que «fue aquel día de desgracia y opresión, día de tinieblas y oscuridad, día de nube y de nieblas, día en que los cielos y sus lumbreras se oscurecieron y se revistieron de cilicio; las estrellas estuvieron de duelo y las colinas se doblegaron...» Es evidente que aquellos a quienes primeramente iban dirigidas las palabras antes citadas, acostumbrados a este lenguaje y a estas imágenes, no hallarían dificultad ninguna en darles su valor verdadero: en éste como en otros casos semejantes, la clave para entender bien lo dicho es saberse situar en el ambiente propio en que se dijo.

PROSPECCIÓN BÍBLICA

Entre los múltiples medios hoy usados para descubrir la existencia oculto de minerales útiles o de corrientes de agua subterránea en las capas de la corteza terrestre hay que contar, al menos para las regiones mencionadas en la Biblia, con los datos históricos y topográficos relativos a esta materia: al menos así se ha hecho con buenos resultados en Israel, país de territorio pequeño (unos 20.000 kilómetros cuadrados, algo menor que el reino de Valencia) y no muy favorecido en riquezas naturales. Es obvio que este pueblo, de reciente independencia, se haya servido del depósito de su tradición sagrada, y en no pocos casos tal confianza ha sido recompensada; más aún, otros países limítrofes se han beneficiado de las indicaciones bíblicas, al verlas coincidir tan al pormenor con la realidad geológica.

La localización sobre el suelo de la península de Arabia, en el capítulo 33 del libro de los Números, de las etapas durante cuarenta años de la peregrinación de Israel por aquel desierto, así como otros pormenores valiosos en diversos pasajes de otros libros bíblicos relativos a la presencia, abundancia y calidad de las aguas halladas en cada lugar o aguada del largo trayecto, sirven hoy, como entonces, para encontrarla en una región donde tanto escasea. Los israelitas con sus ganados no podían prolongar las jor-

nadas mucho más de 20 kilómetros diarios; permanecieron mucho tiempo en el Negueb, al S. de Palestina, en el territorio de las dos fuentes, junto a Qadés; retrocedieron de nuevo al golfo de Akaba y al país de Madián, hasta llegar al límite meridional de la península de Sinai. Geológicamente, las tierras recorridas, si se comparan con las mortíferas zonas de las dunas de arena en el africano Sahara, no son verdaderos desiertos en sentido riguroso; las exploraciones realizadas en este suelo han demostrado que ni las condiciones hidrológicas ni la cantidad de lluvia caída han cambiado en forma considerable, de manera que, en realidad, se trata de un paisaje estepario con posibilidades para el pastoreo y con suficientes aguadas. No hay que olvidar que aquí, como en otros pasajes bíblicos, la ambigüedad o dificultad de interpretación nace de la conocida pobreza de vocabulario de la lengua hebrea, donde faltan muchos matices de lenguaje, tan abundante en las lenguas modernas.

Desde el Nilo hasta las montañas de la península del Sinai se desarrolla un antiquísimo camino de herradura, por donde llegaban las innumerables columnas de trabajadores y esclavos, que desde el año 3.000 antes de Cristo extraían el cobre y las turquesas del Monte Sinai; más de una vez, en el transcurso de los milenios, fueron abandonadas estas minas, y consta que Ramsés II se acordó de los tesoros que yacían ocultos en aquel lugar y puso de nuevo las minas en explotación. Este fue el camino seguido por Moisés y los suyos, que desde el sitio donde hoy está la ciudad de Suez descendió primero por una región sin agua de unos 70 kilómetros de profundidad hacia el S., sin oasis y sin un solo manantial; expresamente se dice en la Biblia, al principio del Exodo, que anduvieron durante tres días por el desierto sin agua, que después llegaron a una fuente amarga y poco después alcanzaron un fértil oasis donde había doce fuentes y setenta palmeras; tales datos ayudaron a los investigadores para dar con la ruta exacta. Los nómaditas actuales pueden recorrer también en tres días esa distancia; para ello llevan en sus zurrones, en odres de piel de cabra, agua de reserva. A los 70 kilómetros a contar desde la extremidad N. del mar Rojo, mana aún hoy día una fuente, que los beduinos llaman Ain Hawarah y en la que se detienen a disgusto, por ser, en efecto, el agua solobre y sulfurosa. Unos 24 kilómetros más al S., exactamente a una jornada más allá, está el oasis de Wadi Garandel, el bíblico Elim, segundo lugar de reposo, con umbrías palmeras y muchas fuentes. Desde allí comienza al desierto de Sin, igualmente mencionado en la Biblia, junto a la costa del mar Rojo, y que se llama hoy llanura de El Kaa.

Para el nuevo Israel todo intento de poblar el Negueb parecía inútil, pues al S. de las montañas de Judea se extiende, desde Hebrón hasta Egipto, un desierto único y continuo, atravesado por valles secos y faltos de vegetación, con una precipitación media anual de 150 mm. Y, sin embargo, ha-

cia esa región desolada había emigrado Abraham, se había establecido en ella y prosperó juntamente con sus rebaños, para los que ayer como hoy, son indispensables el agua y los pastos. Una comisión de técnicos, juntamente con geólogos, recorrieron durante semanas enteras las áridas dunas de arena y las pedregosas montañas del ingrato Negueb, y al fin encontraron lo que buscaban: hicieron lo mismo que en su época hiciera Isaac (Génesis, 26, 17-18) «Acampó en el valle de Guerar y se estableció allí: tornó a excavar los pozos que habían alumbrado los siervos de Abraham, su padre». Enterrados bajo masas de arena perduran aún los antiquísimos pozos, y como entonces, suministran a la superficie un agua limpia y clara, las que los siervos de Isaac llamaban *aguas vivas*, es decir, potables, en oposición a ciertos pozos del mismo Negueb, que la dan salobre; y así de nuevo se levantan ahora como en la antigüedad, un buen número de tiendas en los mismos sitios que antes: el pozo junto al cual la esclava Agar descansó con su hijo Ismael, suministra hoy agua para sesenta familias, a dos kilómetros, no más, de la ciudad bíblica de Bersabec.

En el cántico de Moisés (Deuteronomio, 32, 13) se alude a la estancia de los israelitas en este mismo Negueb, y se dice que «come de los frutos del campo y se le da a chupar miel de la peña y aceite de la roca durísima»; dentro del estilo poético del pasaje, tales palabras solamente parecían significar el sustento hallado durante la larga peregrinación: no sospecharon los intérpretes que pudieran tener un sentido estrictamente literal. Y, sin embargo, los exploradores hallaron allí, a millares, unos pequeños círculos rodeados con piedras; a su alrededor no se encontró agua, no ya en forma de manantiales, sino ni siquiera un solo pozo digno de mención; pero cuando la arena fue apartada se encontraron restos de antiguas raíces de olivos y de vides: las vallas de piedra habían prestado un buen servicio reteniendo aguas pluviales. Su disposición da a entender una considerable experiencia y conocimientos sobre los procesos de condensación: las piedras que forman parte de los muros están colocadas de manera que dejan pasar el aire; de esta forma la humedad se condensa en ellas en cantidades suficientes para alimentar un olivo o una cepa. Ahora bien, en cada círculo amurallado había una sola planta; y como el dulce zumo de la uva era designado muy a menudo en la antigüedad con el término miel, quedaba explicado el enigma. Claro está que cabe pensar en una coincidencia más bien que en la intención expresa del autor sagrado; pero lo que aquí interesa es que los modernos israelitas han aprovechado con buenos resultados la lección, y la han puesto en práctica por medio de estos pequeños recolectores de rocío, inteligentemente dispuestos, como recurso eficaz de prospección hidrológica.

Hubo un tiempo, no muy remoto, en que hasta los hombres de ciencia ponían en duda el sentido literal de la descripción que hacía Moisés de la

Tierra Prometida: «Porque Yave, tu Dios, te conduce a una tierra excelente..., cuyas piedras son de hierro y de cuyas montañas extraerás el cobre» (Deut. 8, 7-9); y una vez más, el trabajo de los arqueólogos ha demostrado que las famosas minas del rey Salomón no eran legendarias, sino completamente reales: donde hace tres milenios se hallaban sin duda las chozas de los trabajadores y esclavos de aquel gran rey, se levantan hoy las nuevas viviendas de los mineros. Porque en 1949 el geólogo Ben Tor recibió el encargo de examinar las antiguas minas en cuanto a su contenido y probable rendimiento: «cerca de Esyon-Gueber, que está junto a Elat, en la costa del mar Rojo» (I Rey, 9, 26) pululan los jeeps y camiones pesados y se desarrolla una febril actividad. En la segunda mitad de 1953 se extrajo por primera vez cobre de las minas de Israel, y como hizo notar uno de los ingenieros, «por todos aquellos sitios en que los yacimientos son suficientemente ricos, tropezamos con las escorias y hornos de los mineros de Salomón», ya que Esyon-Gueber, actualmente Tell el-Kheleifeh, además de antigua ciudad portuaria donde se construían navíos para lejanos viajes, era el centro de la industria del cobre, tratado a boca-mina en magníficas condiciones económicas.

En el mismo año de 1953 se extrajo de allí cobre por un total de tres mil toneladas; los técnicos comprobaron que las existencias de mineral son suficientes para suministrar unas cien mil y creen que en diferentes capas y ramificaciones habrá aún otras 200.000, de suerte que su explotación es, y será por bastante tiempo, altamente remuneradora. El hierro todavía no se extrae, pero los yacimientos están ya registrados; no lejos de Bersabé, en esta misma región meridional de Palestina, o sea, exactamente donde vivían los filisteos, que según la Biblia se dedicaban a la fundición de hierro, la atención del Dr. Ben Tor fue captada por unos despeñaderos cuyas rocas mostraban vetas rojizo-negruczas, señles de esta clase de minerales; las exploraciones y trabajos previos hacen ascender a unos 15 millones de toneladas las existencias en esas montañas. Al principio el mineral parecía pobre, pero después se han ido descubriendo capas que contienen una proporción del 60 al 65 por 100. No es de extrañar, pues, que en las paredes de la oficina principal de estos establecimientos modernos se hayan escritos honoríficamente las palabras de Moisés, arriba citadas, en que se contiene la promesa tan ampliamente cumplida.

Finalmente, y por la misma fecha de 1953, el activo negociante Niel Federmann había reflexionado sobre el texto del Génesis en que se describe la destrucción de Sodoma y Gomorra, tal como apareció a los ojos de Abraham, que «vio que salía de la tierra humo, como el de un horno»: ¿no podrían ser debidos aquellos humos a la existencia de gases? Donde se desprenden éstos del suelo suele existir petróleo. Así, pues, se fundó una compañía

y los técnicos confirmaron por completo las sospechas de Federmann: el 3. de noviembre del mismo año se perforó felizmente el primer pozo de petróleo de Israel.

PROBLEMAS HIDROLÓGICOS

En la interpretación racionalista de varios hechos bíblicos que a continuación se citan está muy marcado el sentido puramente naturalista que pretenden dar esos autores al relato de cuya historicidad no es posible la negación absoluta sin contradecir a los resultados recientes de estudios geofísicos o exploraciones arqueológicas; y como el preconcebido prejuicio les impide reconocer una intervención sobrenatural en el curso de los fenómenos naturales, tienen que optar por uno de dos caminos: o negar parte de la narración o desvirtuarla también parcialmente, de modo que quede eliminado el milagro. La filosofía natural prueba suficientemente que éste es posible y la frecuencia diferente en diferentes tiempos de la historia con que se obran depende del fin que con ellos intenta la Providencia, según la conocida comparación de que una planta recién sembrada exige especial riesgo y cuidado a los principios hasta que, bien arraigada, es capaz de valerse por sí misma: así se hizo con la humanidad en épocas de crisis inicial, cuales fueron las del pueblo de Israel en su vocación de «pueblo escogido» y más tarde durante la primera promulgación del evangelio cristiano.

Así, por ejemplo, los siete años de hambre en Egipto profetizados por José ante el Faraón, encajan perfectamente en las vicisitudes hidrológicas del Nilo, de cuyas inundaciones regulares en periodos fijos depende toda la prosperidad material del país extendido a lo largo de las orillas del río: de suerte que la falta de ese riego oportuno es catastrófica. Más aún, lo era en cierto modo la ignorancia de tal periodicidad en tiempos anteriores a la reconocida superioridad astronómica de los egipcios, que con sus observaciones heliacales (medida del tiempo transcurrido entre la salida del Sol y la de una estrella conspicua, generalmente Sirio, la más brillante de todas) hicieron coincidir con notable precisión el calendario civil con la realidad astronómico-geofísica, aplicada a la época de la crecida anual del Nilo: un error en la apreciación de dicha época y el no tener preparado el terreno con las labores previas y la siembra, ha significado siempre para los egipcios que aquel año no se come, y la necesidad les obligó a estudiar... Asesorado por el egipcio Sosígenes reformó Julio César el calendario romano, comenzando por añadir ochenta días durante el año que con razón fue llamado «de la confusión» e introduciendo los bisiestos.

Al margen de este curso natural, los años de sequía, malas cosechas y hambre son mencionados al hablar de las tierras del Nilo: en los tiempos antiguos, al principio del tercer milenio, hubo, en efecto, una de estas épo-

cas de hambre que duró siete años seguidos, según consta en una inscripción mural del tiempo de los Tolomeos: el rey Zoser hace llegar a los nobles, que junto a la gran catarata, rigen los destinos del país, el siguiente mensaje: «Estoy muy preocupado por los que están en palacio. Mi corazón está apenado porque hace siete años que el Nilo no ha subido...» Nótese la propiedad de esta última frase, descriptiva de la causa primordial. La coincidencia con los tiempos de José no es matemática, pero la analogía es manifiesta y muestra la realidad de un suceso que se repite a lo largo de la historia: el factor sobrenatural pudo limitarse a la predicción, imposible por vía natural.

Algo semejante sucede con la primera de las plagas de Egipto: la conversión en sangre de las aguas del río. Consta hoy que los materiales de aluvión procedentes de los lagos de Abisinia colorean sus aguas, especialmente en la parte superior de su curso, y esa coloración adquiere muchas veces un matiz rojo oscuro, muy parecido al de la sangre. Se ha citado a este propósito la coloración sanguínea que se observa en el Lago Rojo de Lucerna (Suiza), debida a la abundancia de las algas de este color (*Oscillatoria rubescens*), así como el fenómeno, actual también, de las nubes acuáticas de flagelados, campánulas o vorticelas y de dafnias (*Englena sanguinea*) que a veces invaden por miradas algunos parajes costeros, consumiendo rápidamente el aire disuelto en el agua, con lo que se hace imposible la respiración de los animales marinos, que mueren a consecuencia de ello. Tales explicaciones contienen acaso una parte de verdad respecto del hecho bíblico, pero son manifiestamente insuficientes para dar razón completa de él.

El paso de los israelitas por el mar Rojo suscita diversidad de cuestiones, alguna de ellas de carácter secundario, como es la identificación geográfica del lugar en que pudo suceder; la construcción del canal de Suez en el pasado siglo ha modificado por completo el aspecto de esta comarca. Una especie de comunicación natural entre el Mediterráneo y el mar Rojo, aunque discontinua, fue un hecho en tiempos prehistóricos, mediante cinco lagos eslabonados caprichosamente con variedad de profundidades y separados por barras; además el nivel general del suelo sufre en la actualidad una elevación gradual bradisísmica semejante al movimiento bascular que en el transcurso de los siglos se observa en nuestra misma península ibérica, de elevación en la costa septentrional y depresión en la meridional. El antiguo lago Ballah, situado al S. de la ruta de los filisteos, ha desaparecido al construirse el canal: era una comarca que se solía encharcar; por otra parte, en tiempos de Ramsés II el golfo de Suez se comunicaba con los lagos Amargos, y al parecer esta comunicación se extendía hasta el lago Timsah. La parte de agua que unía el golfo de Suez con los lagos Amargos era vadeable por muchos sitios.

El viento caliente del desierto de Arabia, muy raras veces constante, se-

gún Bourdon, es quizá uno de los elementos naturales del hecho descrito en el Exodo; que interviniese también y con carácter más decisivo, como quieren otros, la acción de la marea, que es muy viva en el mar Rojo, explicaría, aunque no satisfactoriamente, parte del fenómeno. Más aún, la poca profundidad del cauce de las aguas y su naturalza rocosa, unida a la suave pendiente de las márgenes, hubieron de facilitar el paso de hombres y animales en el espacio de algunas horas, si como es de suponer, ocupaba el pueblo una considerable extensión a lo largo de las riberas; pero no es admisible, sin desfigurar el relato, contentarse con atribuir el fenómeno a una marea natural, que entre la bajamar y la pleamar exige un tiempo considerablemente mayor. Por otra parte, sería pueril suponer en los egipcios, conocedores de la región de los lagos, una ignorancia tan absoluta de estas condiciones marítimas elementales.

En cuanto al paso del Jordán, consta en tiempos históricos haberse formado presas accidentales que han detenido su curso, por desprendimientos de tierras debidos a movimientos sísmicos, como ocurrió en 1924 y 1927, con interrupción de la corriente por espacio de veinte horas en 1906; y unas inscripciones árabes citan un hecho igual en 1267. Se dice expresamente en el texto bíblico que el río venía muy crecido y aun desbordado, por ser el tiempo de la mies, cuando el deshielo en las montañas del Líbano y Anti-Líbano solía engrosar mucho su caudal. Nuevamente la predicción a plazo fijo descarta un proceso natural, aunque tenga precedentes en la historia sísmica de la región; como en el paso del mar Rojo, la extensión longitudinal del cauce hubiese de ser considerable, pues el contexto de la narración revela un proceso relativamente rápido; y es de notar que el trozo abarcado por el pueblo para pasar el río era precisamente el próximo a la desembocadura, cerca de Jericó donde las circunstancias de caudal y velocidad son particularmente desfavorables, así por razón de la crecida como por lo pronunciada que es allí la pendiente.

En las breves descripciones que hacen los evangelistas de las tempestades en el lago de Genesaret son de notar algunas circunstancias geofísicas que abonan la fidelidad de la narración: a pesar de las pequeñas dimensiones de este mar de Galilea, que sólo tiene unos 12 kilómetros de anchura y 20 de longitud de N. a S., la acción violenta del viento del NNE, procedente de las alturas del gran Hermón (2.800 m.), situado a 40 kilómetros de distancia, levanta en él verdaderas tempestades, peligrosas por lo repentinas, que ponen en grave riesgo las barcas de los pescadores, sin darles tiempo a ponerse en salvo; de aquí la exactitud de la frase de San Lucas cuando dice que «descendió una tempestad al lago» y de San Marcos al decir que «se levantó un gran torbellino de viento que impulsaba las olas hacia la nave de modo que la anegaban».

EL DILUVIO

Merece capítulo aparte este hecho, de cuya historicidad no existen hoy dudas; antes de los descubrimientos arqueológicos recientes se citaba ya la universalidad geográfica y cronológica de una tradición expresada en las literaturas de numerosos pueblos de Asia y que llegó hasta América, donde se ha podido leer en monumentos muchos siglos anteriores a Colón. Hoy los pormenores de su extensión superficial e intensidad en cada territorio se ha puesto en evidencia por las excavaciones practicadas en Mesopotamia. Quedan solamente dificultades secundarias, que como veremos, no afectan substancialmente a la narración bíblica. En estas mismas páginas hicimos una reseña de las investigaciones de Kish, donde a diferentes niveles aparecieron huellas de culturas sucesivas, interrumpidas bruscamente por aluviones de notable espesor, coincidentes con la fecha del diluvio bíblico; posteriormente se han hallado capas semejantes de espesor mayor o menor, que abarcan toda Mesopotamia y se extienden más allá de los cauces del Tigris y el Eufrates.

Dos aspectos especiales interesan igualmente a los intérpretes de la Sagrada Escritura y a los arqueólogos: la universalidad territorial y la cronología. En sentido obvio, el texto parece favorecer la universalidad, así geográfica como antropológica; pero ni siquiera los Santos Padres y autores antiguos entendían una extensión del diluvio a todo el globo terrestre: no existe en la Tierra cantidad suficiente de agua para cubrir las más altas montañas quince codos por encima de sus cumbres; y aunque en absoluto entra el hecho en los límites sin límites del poder de Dios, no hay indicios textuales para presumir una intervención sobrenatural de esta clase. La expresión «toda la tierra» tiene en otros lugares de la Biblia un alcance y universalidad manifiestamente restringidos; por ejemplo, cuando del día de Pentecostés se dice que había allí hombres religiosos de todos los países «que hay bajo el cielo».

Del mismo modo se admite hoy por autores católicos de reconocida solvencia que la universalidad antropológica se puede entender de todos los habitantes de la extensa región comprendida en las cuencas de los dos grandes ríos citados; y otro tanto se diga de la universalidad zoológica relativa a los animales más relacionados con la vida del hombre. De este modo se elimina la aparente contradicción entre el relato bíblico y los datos paleontológicos, especialmente en cuanto a la fecha asignada de común acuerdo por la Biblia y los recientes descubrimientos arqueológicos para esta catástrofe no mundial, pero sí de extraordinaria importancia. No faltaron opiniones que pretendieron relacionarlas con las perturbaciones derivadas de la

última glaciación; pero ya es inadmisiblemente semejante solución, puesto que la fecha mencionada está muy afianzada hacia los tiempos históricos propiamente dichos.

VOLCANES Y TERREMOTOS

Mucho antes de que la geología hubiera realizado los recientes y rápidos avances en el estudio de la tectónica terrestre, bastaba una ojeada al mapa de Palestina para reconocer en sus acusados desniveles y accidentes un suelo propicio a los trastornos sísmicos; y, en efecto, la historia de ellos es larga, y desde el mencionado por el profeta Amós en el año 23 del reinado del rey Ozías hasta el estudiado ya con métodos modernos en 1927, los documentos históricos completan la lista. No sucede lo mismo con los fenómenos volcánicos, acerca de los cuales escasean los datos concretos, aunque se han hallado cenizas de este género en una franja que se extiende desde el NO. de Arabia hasta el Jordán inclusive.

Pero si faltan hechos probados, abundan en exceso las teorías relacionadas con la interpretación, exageradamente naturalista, de algunos pasajes bíblicos, como la teofanía del monte de Sinaí, la destrucción de Sodoma, la de los muros de Jericó, etc.... Dejando aparte los dos primeros casos, sin fundamento sólido, fuera del deseo de hallar una explicación puramente natural a lo que claramente presenta el autor sagrado como intervención especial divina, las excavaciones practicadas en la antigua Jericó (la que se cita en el Evangelio es otra, edificada no muy lejos del antiguo emplazamiento) parece demostrado que a la época señalada en el libro de Josué corresponden las murallas resquebrajadas, parcialmente caídas hacia el exterior y con manifiestas huellas de un incendio, es decir, conforme a la descripción bíblica de su conquista. Son varias las Jericós que se sucedieron en el mismo lugar a través de los tiempos, hasta llegar, antes de la tierra virgen, a un poblado neolítico precerámico; por lo demás, las investigaciones arqueológicas prosiguen en la actualidad y todavía no se ha llegado a una solución del complejo problema de reconstruir su historia pasada; si es de notar que los efectos de un terremoto capaz de producir tal destrucción, alcanzan casi al último grado de la escala de intensidades, y, por tanto, sería igualmente destructor en las demás ciudades cercanas a Jericó, a las que se extendió inmediatamente la acción del ejército de Josué; y como nada de esto se deduce de la narración siguiente, hay que rechazar como improbable un fenómeno sísmico normal.

Exactamente lo mismo ocurre con el terremoto que se menciona en el Calvario a la muerte de Jesucristo; de la realidad del hecho «la tierra tembló y las peñas se hendieron» son hoy testigos las señales de enormes hendiduras en las rocas del monte, hechas en un sentido totalmente inexplicado.

cable para los geólogos: pero si se hubiera producido un sismo ordinario de tal magnitud, la inmediata ciudad de Jerusalén hubiera sido destruida, contra la evidencia histórica.

EVOLUCIONISMO Y ANTROPOLOGÍA

Llegamos a una cuestión importante y delicada: no se trata solamente de interpretar bien o mal el texto bíblico, sino de un problema científico íntimamente relacionado con el dogma. Es manifiesto que la descripción que leemos en la primera página del Génesis, de la creación y formación de los seres vivientes, incluido el hombre, está escrita en estilo humanamente vulgar y adaptado a la mentalidad de aquellos a quienes iba dirigida. En un artículo anterior («Finalidad de la evolución geológica», N. y C., v. 60, págs. 241-257) se han desarrollado los principios y normas de un evolucionismo razonable, admitido por casi todos los autores de cualquier tendencia; las discrepancias son de segundo orden, así en el campo paleontológico como en el dogmático, cuales son, por ejemplo, la amplitud que ha de concederse a la evolución en el tránsito de una a otra especie natural, en cuanto ello se distingue de meras variedades dentro de una misma especie: sobre esto no existe definición alguna dogmática acerca de las primeras fases; pero las cosas varían cuando se llega a la última.

En la encíclica de Pio XII *Humani generis* se dice que el Magisterio eclesiástico no prohíbe que, según el estado actual de las humanas disciplinas y de la sagrada teología, se trate e investigue en uno y otro campo acerca de la doctrina evolucionista del origen del *cuerpo* humano de una materia viviente y animada con anterioridad (puesto que respecto de su *alma* la fe católica nos enseña haber sido objeto de una creación divina inmediata) de modo que se consideren maduramente las razones en pro y en contra de semejante origen, con tal que estén dispuestos a someterse al juicio que pudiera dar sobre ello la Iglesia, a quien está encomendada por Cristo la misión de interpretar auténticamente la Sagrada Escritura y custodiar los dogmas de la fe.

Una verdad nunca puede estar en oposición a otra verdad y el *uso* de la investigación científica, lejos de impedirlo, lo favorece y fomenta la Iglesia; lo que reprueba con toda razón es el *abuso* de los métodos de estudio cuando no se busca sinceramente la verdad con ellos. En el caso presente los conocidos prejuicios de un materialismo extremado son la raíz de teorías tales como el origen autóctono y la evolución autónoma y ciega con que se pretende dar razón de todo; y más en particular la de admitir entre el irracional dotado de instinto irresponsable y el alma humana una diferencia de grados dentro de una misma categoría de perfec-

ción, diferencia que el paso de los tiempos y las variaciones eventuales del medio ambiente bastan para salvar.

Uno de los puntos en que hay aparente contradicción entre el texto bíblico y los hechos comprobados por la paleontología es la cronología de la historia del hombre sobre la Tierra: de una parte está la serie de los antiguos patriarcas, desde Adán hasta los tiempos rigurosamente históricos, y en oposición a ella la edad suficientemente bien probada de los restos humanos, que exceden con mucho las cifras obtenidas sumando las edades de los patriarcas. Según diversas teorías dentro del mismo campo cristiano, desde hace varios siglos, se llega a resultados diferentes: mientras la versión vulgata nos lleva para el primer hombre a 4.004 años, éstos son 5.199 para el martirologio romano y suben a 6.984 si se utiliza la versión de los Setenta; todo ello debido a haber o no tenido en cuenta las omisiones voluntarias, de que hay ejemplos en otros pasajes de la Escritura y el uso que se hace de las expresiones «hijo de» y «engendró a» en un sentido más amplio, que admite generaciones intermedias. La intención sustancial del texto es afirmar la realidad de un eslabonamiento genealógico efectiva; pero ello no obsta para una dilatación mucho mayor de los intervalos. Se ha dicho muy oportunamente que los patriarcas enumerados no son propiamente piedras miliarias que señalan distancias, sino jalones itinerarios que en los cruces de los caminos indican la dirección que debe seguirse.

Por otra parte, la misma paleontología no tiene aún argumentos decisivos para asignar una fecha inicial completamente cierta; desde luego consta que será muy diferente de las citadas, ya que éstas parten del supuesto de que los días de la creación son días naturales, y ya a principios de este siglo una de las Congregaciones romanas, la Comisión Bíblica, admitía como doctrina completamente ortodoxa la equivalencia entre la sucesión de tales días con los largos períodos geológicos, entendiéndolo la palabra «día» en sentido impropio. Uno de los problemas con que ha de enfrentarse el mismo paleontólogo y el arqueólogo es el poder llamar hombre y hombre inteligente al autor de instrumentos que con toda certeza exijan un discernimiento e inteligencia específicamente distinta del instinto irracional, a saber, la que es capaz de conocer como tales los medios convenientes para alcanzar un fin determinado.

Si, conforme a la *teoría* admisible de la preparación gradual de un organismo capaz de recibir la infusión de un alma espiritual, se explica el primer origen del hombre racional, a partir de él, sus descendientes lo serían también, como sucede en la actualidad, en que al tiempo de la concepción es creada e infundida la de cada uno de nosotros. Lo que ya no es admisible, y expresamente se reprueba en la mencionada encíclica, es dar por *tesis* cierta lo que aún no es más que una *hipótesis*, una teoría

sujeta a comprobación y discusión; no olvidemos la frase de Eiseley lamentando las graves dificultades con que se tropieza en este trabajo, que mientras para algunas especies, como los équidos terciarios, dispone el investigador de millones de ejemplares fósiles, para saber lo que ocurrió a los monos u homínidos problemáticos sólo cuenta con un reducido puñado de huesos rotos, procedentes, además, de regiones que distan entre sí varios miles de kilómetros y con ellos tiene que reconstruir ese enorme período de sesenta u ochenta millones de años...

Recibido el 27-XII-1963.

ACTIVIDADES DE LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

Durante el primer trimestre de 1963 continuaron normalmente las actividades de los laboratorios del Instituto Geológico y Minero.

La determinación de los elementos contenidos en pequeñas concentraciones en varias muestras, fue tema de varios análisis del LABORATORIO DE ESPECTROQUÍMICA, así como la marcha de los procesos de purificación del bismuto, encaminados a la obtención de placas purísimas con fines de investigación en el campo de la electroquímica.

En el LABORATORIO DE RADIATIVIDAD Y GEONUCLEÓNICA se efectuaron las mediciones de la radiactividad fija e inducida de varias muestras de aguas, pendiente de la declaración de «utilidad pública».

Por el LABORATORIO DE MINERALOGENIA, además de los trabajos normales, se efectúan estudios de los minerales de cobre-níquel-cobalto de la mina «Divina Providencia», de León, de los minerales de la mina «Cabra Alta», de Badajoz, y de varias minas de uranio de Andújar y Ciudad Rodrigo.

Del estudio petrográfico de varias muestras de la Hoja geológica de Valsequillo (Córdoba) y Maguila (Badajoz) se ocupó el LABORATORIO DE PETROGRAFÍA, así como de otras de los terrenos de una presa del río Guadiato, así como varias de formaciones interesantes de fluorita y de hierro, desde el punto de vista de su utilización industrial.

El LABORATORIO DE PREPARACIÓN DE MINERALES hizo unos interesantes estudios sobre arenas de playa de Fernando Poo, y sus análisis el LABORATORIO DE QUÍMICA.

Los análisis de 585 muestras en las que se efectuaron 2.665 determinaciones fueron las actividades del LABORATORIO QUÍMICO, destacando las 708 determinaciones en 122 aguas del Plan geohidrológico de la provincia de Guadalajara.

Por el LABORATORIO DE RAYOS X se efectuaron más de 206 determinaciones de elementos químicos y especies minerales, de muestras del Museo y de Mineralogía. Se han estudiado numerosas muestras para la determinación de su composición mineralógica, utilizando el equipo de difracción y el análisis de los elementos que los constituyen por fluorescencia, con el aparato recién instalado.

Por el LABORATORIO DE PALEONTOLOGÍA se clasificaron los fósiles de las Hojas de Almonacid de Zorita, Sacedón y Zorita, de la provincia de Guadalajara; Aguilas, de Murcia; Vera, de Almería, y Espiel y Puente Genil, de Córdoba.

Han sido estudiadas 367 muestras por el LABORATORIO DE MICROPALAEONTOLOGÍA, distribuidas de la siguiente forma: En la provincia de Murcia, para los planes de aguas, fueron clasificadas 26 muestras, casi todas del Terciario marino. Para el plan de estudios de aguas subterráneas en la zona de Melilla, las de dos sondeos, dos pozos y diversos puntos de

superficie, correspondientes a un Plioceno con margas grises, rocas efusivas y areniscas con intercalaciones calizas y a una cobertera posiblemente cuaternaria. De la región de Zorita han sido examinadas 53 muestras, que comprenden un Albense continental de areniscas, análogas a las de Utrillas; un Cretáceo superior dolomítico, relacionado con el de la provincia de Madrid, y un posible Senoniense calizo-margoso, con calcificaciones de Algas, pequeños Gasterópodos, coprolitos y oogonios de Charáceas. Con esto se pasa al ambiente lacustre-salobre, con niveles de yeso y otros ricos en Ostrácodos, Charáceas y otras Algas, que deben extenderse desde el Cretáceo superior hasta el Mioceno. En El Palo de Málaga se clasificaron 14 muestras que corresponden al «Bético de Málaga».

Con destino a las Hojas geológicas se han examinado 253 muestras. Del sondeo para investigación de petróleo en Vilopriu (Gerona), se estudiaron los testigos de fondo de 1.504 y 1.650 m., en los que se ha reconocido un Cretáceo superior tan metamorfizado, que tiene el aspecto de un gneis paleozoico.

Noticias

DATOS ESTADISTICOS

MINERIA DE CARBON EN 1962

Figura en primer lugar, dentro de la extracción minera, el carbón. Su producción fue:

	(Miles de toneladas)		Diferencia %	
	1961	1962	1961	1962
Hulla	11.203	9.920	- 0.5	- 11.4
Antracita	2.581	2.620	+ 2.6	+ 1.5
Lignito	2.084	2.450	+ 18.2	+ 17.5

En las cifras de obtención de carbón han influido la evolución de la demanda y el propio ritmo de la producción.

Según informe del B. H.-A., la extracción de hulla venía realizándose ya con escasez desde finales de 1961. Las explotaciones mineras no resultaban rentables y las empresas, muchas de ellas siderúrgicas, mostraban escaso interés por la utilización de carbón nacional. Así, las importaciones de carbón extranjero aumentaban de manera notable. El proceso se agravó con la entrada de un nuevo factor, la propia actitud de los operarios, que introdujeron anomalías en la extracción mediante paros voluntarios en la primavera de 1962 y de menor trascendencia en el verano. Las cifras de producción sufrieron un drástico corte en los meses de abril y mayo. Se resolvió el conflicto mediante la autorización de una subida de precio en las ventas del cupo forzoso, el 22 de mayo para la hulla y el 30 de junio para la antracita.

La oferta nacional fue complementada e incluso sustituida por la oferta extranjera. Las importaciones aceleraron su ritmo en los meses de primavera y verano, ayudada por una suspensión de derechos arancelarios, decretada ante el temor de una carencia de este combustible. Al reanudarse con normalidad los trabajos de extracción, las existencias voluntarias acumuladas eran muy importantes.

La demanda evolucionó en consonancia con la tendencia del consumo, manifiesta en años anteriores. La actividad importadora fue satisfecha con la concesión liberal de licencias y ante la abundante oferta de la minería extranjera, especialmente europea, que padece un exceso de capacidad. La inclinación a sustituir la hulla por los combustibles líquidos puede verse acentuada por el alza de precio del carbón. La producción de lignito presenta un cuadro diferente, ya que la actividad de las centrales térmicas animó mucho la demanda. En cuanto a la antracita, evolucionó de acuerdo con la lenta, aunque inexorable, mutación del consumo privado hacia otros tipos de combustibles domésticos.

Es indecisa la actividad inversora en el sector carbonífero, por las razones apuntadas:

El alza del precio del carbón, que autorizó el Gobierno para mejorar las retribuciones de trabajo, implica el reconocimiento de que no era posible introducir más recortes en los menguados beneficios de las empresas mineras.

MINERIA DEL HIERRO EN 1962

La minería de hierro acusa una baja de extracción en los dos grupos en que se divide, el mineral y las piritas:

	(Miles de toneladas)		Diferencia %	
	1961	1962	1961	1962
Mineral de hierro	6.036	5.910	+ 7,5	- 2,0
Piritas	2.077	2.040	- 1,3	- 1,8

Según informe del B. H.-A., la baja en el volumen de mineral de hierro contrasta con el alza de 1961, en que se llegó a la cifra más alta de producción desde 1929. Pese a la reducción, el volumen extraído en 1962 se mantiene el 28 por 100 superior a la media de la década 51-60, en consonancia con la ampliación de la actividad minera, inducida por el mayor consumo interior y por el mantenimiento de los mercados exteriores. Uno y otro han influido en la evolución de 1962. La escasa animación de la industria siderúrgica en España ha coincidido con igual tendencia en los demás países europeos, en contraste con años pasados en que la animación exterior compensó la atonía interior. El volumen exportado se mantuvo igual por una mayor actividad exportadora después del verano, ayudada por la desgravación fiscal para el mineral fosforoso. Por el contrario, con objeto de impedir un desabastecimiento interior, el óxido férrico fue sometido a un derecho de exportación. Recayó sobre la demanda interior, más reducida, la responsabilidad del comportamiento del sector, no sólo patente en la menor extracción, sino en la acumulación involuntaria de existencias.

Panorama más oscuro es el de las piritas, ante la competencia ejercida por el azufre como materia prima para la obtención del sulfúrico. En estas circunstancias, la demanda exterior, que determina las ventas, muestra signos de irse contrayendo. Las piritas tostadas bajan desde 978.000 toneladas en 1961 a 60.000 en once meses de 1962. En estas circunstancias, fue decidido un aumento de precio para el mercado interior, el 16 de julio, del 10 por 100, con objeto de hacer frente a exigencias de carácter laboral.

La orientación a largo plazo de la minería de hierro parece ser expansiva en el mineral y contractiva en las piritas. Mientras que el número de explotaciones pasa de 101 en 1952 a 294 en 1961 en el hierro, dicho número se contrae entre 39 y 16 para las piritas. El cambio tecnológico en el aprovechamiento de estas últimas resulta por tanto insoslayable y en tal sentido se realizan ahora esfuerzos para el montaje de las instalaciones necesarias.

MINERIA NO FERRICA EN 1962

La extracción de los productos más importantes fue:

	Toneladas		Diferencia %	
	1961	1962	1961	1962
Cinc (mineral)	161.547	140.000	+ 2,5	- 13
Plomo (mineral)	125.000	110.000	+ 8,7	- 12
Cobre (contenido Cu)	10.061	9.000	+ 22,0	- 8

Merced al descenso en la extracción de cinc, originado por los paros laborales, ha sido posible reducir las existencias remanentes de 1961. El mercado interior acusó un aumento de demanda ante la mayor producción de cinc metal y el mercado exterior registró un volumen similar de salidas.

La menor producción de mineral de plomo responde más bien a la continuación de la baja de los precios en el mercado exterior, que ha impuesto un corte drástico de las exportaciones. La extracción de mineral de cobre que, sólo en parte, satisface las necesidades de la industria nacional, ha sido afectada por las fuertes importaciones efectuadas.

LA SIDERURGIA EN 1962

Las empresas siderúrgicas estuvieron sometidas a duras pruebas, resintiéndose su producción, como puede observarse en el cuadro siguiente:

	(Miles de toneladas)		Diferencia %	
	1961	1962	1961	1962
Lingote de hierro	2.143	2.140	+ 13,0	--
Lingote de acero	2.354	2.310	+ 22,2	- 1,8
Laminados	1.741	1.845	+ 34,0	+ 5,9

En un comentario del B. H.-A., se dice que esta detención en el ímpetu del año 1961 se atribuye en su mayor parte a la acción de la acentuada competencia exterior, ya que la compras interiores de acero aumentaron un 15 por 100. La liberalización exterior de productos siderúrgicos, establecida el 15 de septiembre, fue acompañada en la misma fecha de un alza de derechos aduaneros, insuficiente para detener la avalancha exterior impulsada por la situación excedentaria de la siderurgia europea, y ayudada mediante una política de precios inspirada en las necesidades de las empresas vendedoras. Días más tarde se decretó la liberalización interior de los precios siderúrgicos, y las empresas del sector privado introdujeron un modesto reajuste en algunas variedades. No pudieron evitar una acumulación de existencias involuntarias que alcanzaron niveles elevados, a fines de año y fue imposible ocupar toda la capacidad de producción. La situación ha tenido que afrontarse, ya en 1963, mediante la imposición de derechos específicos.

Las mismas razones redujeron las ventas al extranjero. Sólo el sector público, cuyo sistema de costes e ingresos no es idéntico al del sector privado, pudo colocar algunas partidas valiéndose de acuerdos especiales con los compradores.

En la vertiente de los costes, la empresa vieron aumentadas sus cargas, ya que pagaron más caro el carbón nacional e hicieron frente a un alza en las remuneraciones de trabajo.

Maduraron en el año algunos proyectos de mejora y ampliación, y las empresas de ambos sectores, no obstante las dificultades que atravesaban, prosiguieron con sus planes de expansión.

Las necesidades financieras han sido considerables, especialmente para hacer frente al mantenimiento de las existencias involuntarias. Para ello, no faltó el crédito bancario. En cuanto a los fondos a largo plazo, se mantuvo la cifra para el sector privado de 1.845 millones de pesetas, en emisiones, aumentando el 10 por 100 las obligaciones y reduciéndose a la mitad las acciones. El sector público presentó una reducción pronunciada. Los 4.250 millones que emitió ENSIDESA en 1961, se redujeron a 800 millones en 1962.

LA METALURGIA EN 1962

La metalurgia básica evolucionó según se indica a continuación:

	Toneladas		Diferencia %	
	1961	1962	1961	1962
Cinc (metal)	52.300	62.500	+ 16,5	+ 19,5
Plomo (barras)	77.200	72.000	+ 8,4	- 6,8
Aluminio	35.500	45.000	+ 20,3	+ 26,7
Cobre	44.000	47.000	+ 16,4	+ 6,8

La demanda interna de cinc fue favorable. No así su mercado exterior que, si bien absorbió un volumen similar, la baja de precios produjo una reducción de su valor en un 14 por 100. El porcentaje exportado pasa del 42 por 100 en 1961, al 35 por 100 en 1962.

El plomo, muy afectado por las dificultades de exportación, vio reducidas sus ventas al extranjero en 6.000 toneladas, lo que supone un 16 por 100 menos que en el año precedente. La contracción del valor es todavía más importante, el 24 por 100. La demanda interior se presentó con mejores perspectivas, ya que el consumo aumentó en 8.000 toneladas, animado sin duda por una baja de precio que con tal propósito, fue implantada en enero. Las existencias involuntarias, arrastradas del año 1961, siguieron acumulándose, aunque a fin de año se vieron algo más aliviadas. En contraste con otras plantas metalúrgicas que son de reciente origen, las de plomo, se encuentran en deficiente estado. En la actualidad se realizan intentos de modernización con colaboración extranjera.

El aluminio tuvo un mercado muy animado, tanto dentro como fuera del país. El uso de este metal es amplio en las empresas transformadoras que registraron más actividad en 1962. Las partidas colocadas en el extranjero, especialmente en países del Este, se acercaron a las 14.000 toneladas, con aumento del 57 por 100 sobre el año anterior. La mayor producción nacional se completó con un aumento notable de las importaciones, que pasaron de 6.051 toneladas, en 1961, a unas 11.500, en 1962.

El cobre se caracterizó por una fuerte demanda interior, inspirada principalmente por

móviles especulativos. La importación pasó de 21.200 toneladas en 1961, a 40.700, en 1962. El modesto incremento de la producción nacional tuvo muy poco peso en el mercado. Como el consumo es de unas 60.000 toneladas, el almacenamiento voluntario, a fin de año, llegó a revestir cierto significado. Influyó en la avidez de los compradores la tendencia al alza que presentaron los precios internacionales. Cuando maduren, en los próximos años, los planes de ampliación, el consumo puede quedar cubierto con la producción nacional.

LA INDUSTRIA QUIMICA EN 1962.

Se atribuye al sector químico una renta de 19.850 millones de pesetas en 1962, o sea, un aumento del 11,5 por 100, respecto del año precedente. Este incremento es resultado de muy diversas tendencias, unas de avance y otras de retroceso, registradas en las ramas de la química inorgánica y orgánica.

	Miles de toneladas		1962
	1960	1961	
Acido sulfúrico (100 por 100).....	1.117	1.090	1.079
Nitrogenados.....	457	620	695
Superfosfatos.....	1.907	1.728	1.770
Sosa cáustica.....	136	140	155
Carbonato sódico.....	116	150	156

Según el informe antes mencionado del B. H. A., las empresas soportaron las dificultades creadas por la amplia liberación de importaciones en este sector. Ante la competencia extranjera, los precios tendieron a la baja, no pudiendo evitar el fuerte aumento de las importaciones que crecieron en un 26 por 100, centrándose el alza mayor en los abonos. La sensación de frustración creada ante tales condiciones ha condicionado los planes de ampliación que en este sector se habían preparado. El alto en el crecimiento de la producción ha impedido que se formasen acumulaciones importantes de existencias involuntarias.

El estado de las instalaciones es muy diverso. Algunas plantas de sulfúrico, aproximadamente la mitad, siguen procedimientos anticuados y en la actualidad se llevan a efecto procesos de renovación. Digno de señalarse es el proyecto para aprovechar más intensamente las piritas de Huelva. Otro cambio tecnológico se registra en aquellas instalaciones de obtención de nitrogenados, que vienen aprovechando carbón; consiste en sustituir éste por los hidrocarburos, como materia prima.

La rama de la química orgánica es la que está atravesando por un periodo de mayor crecimiento, debido en gran parte al enorme retraso que tiene en España con respecto a la química inorgánica en contraste con otros países.

Destaca en estas actividades la destilación de petróleo, que ha registrado una cifra de 9.238.000 toneladas, frente a 7.707.000 toneladas en 1961 y 6.966.000 en 1960. Las disponibilidades han sido abundantes por la fuerte importación de crudos, que ha superado en el 45 por 100 la cifra adquirida el año anterior. Continuaron adelante los diversos proyectos para instalar refinerías en diversos lugares de España y aparecieron otros nuevos.

En esta rama de la química toman cada vez más participación las empresas públicas y las privadas, aliadas unas y otras con las empresas extranjeras. En algunas ocasiones, la fijación del ámbito respectivo de actuación ha presentado dificultades y ha sido incluso cau-

sa de un cierto retraso en el avance de la industria, que crece rápidamente en todos los países, aunque todavía no parece inminente el temido exceso de capacidad.

Para la industria química transformadora, un factor de grave entorpecimiento se halla en la competencia exterior. Ante un trance de fuerte expansión inicial parece inoportuno sujetar la producción española a los rigores de un mercado internacional saturado ya de productos con ansias de colocación que se traducen, con frecuencia, en actividades no muy diferentes del «dumping». La baja de la producción de plásticos es significativa en este orden de cosas.

No obstante, y con la alianza extranjera, han abundado los proyectos para diversificar la producción orgánica, impulsados aquellos tanto por el sector público como por el privado.

EL PETROLEO Y GAS NATURAL, EUROPEOS

La producción de crudos de petróleo creció notablemente en Europa entre 1950 y 1960, pasando de 8,5 millones de toneladas a 28 millones de toneladas, representativos del 2,7 por 100 de la producción mundial. En 1961, los principales países productores fueron Rumanía, con 11,2 millones de toneladas; Alemania Occidental, con 6,2; Austria, con 2,4; Francia, con 2,2; Holanda, con 2,1; Italia, con 2, y Hungría y Yugoslavia, con 1,3 cada uno. La capacidad de producción de los yacimientos norteafricanos, en la actualidad, en más de 30 millones de toneladas anuales, y las reservas descubiertas en los últimos años ascienden, por lo menos, a 1.120 millones de toneladas. Ultimamente se sustentan criterios restrictivos sobre algunos cálculos demasiado optimistas en relación con las posibilidades en hidrocarburos combustibles del subsuelo del norte de África.

El consumo europeo de crudos de petróleo viene experimentando un continuo desarrollo. En 1960, alcanzó los 190 millones de toneladas, que vienen a cubrir aproximadamente el 30 por 100 de las necesidades en fuentes energéticas primarias del continente. Como la producción es a todas luces insuficiente, se recurre a la importación. Los productos importados proceden principalmente de los países árabes del Golfo Pérsico, que vienen facilitando anualmente, en los últimos tiempos, unos 140 millones de toneladas, a las que hay que agregar otros veinte millones de toneladas de origen venezolano y soviético. A partir de 1960 han empezado a cobrar cada vez mayor importancia las importaciones de petróleo africano o ruso. Para 1970, en que se espera que las importaciones sean de 300 millones de toneladas, para cubrir un consumo de unos 350 millones de toneladas de productos acabados o 400 millones de crudos, se cuenta con que unos de los principales países abastecedores seguirán siendo los del Golfo Pérsico.

Los perfeccionamientos de la técnica permiten detectar nuevos yacimientos que, hasta hace poco, habían pasado completamente desapercibidos, y depararon nuevos descubrimientos e incluso un mejor aprovechamiento de los yacimientos conocidos.

La utilización del gas natural comienza realmente en Europa a partir de la segunda guerra mundial, al haberse logrado, en 1960, una producción de 22.000 millones de metros cúbicos, y se estiman que las reservas por ahora detectadas son del orden de 30 ó 40 veces dicha cifra. Rumanía e Italia son hoy día los países que marchan a la cabeza en la producción de gas natural. Italia cubre con gas natural un 15 por 100 de sus necesidades energéticas. También son notables las cifras de producción de Francia, Austria, Alemania Occidental y Holanda, aunque en algunos países la producción no corresponda en absoluto a las posibles reservas, como ocurre en la última nación citada, donde los yacimientos del norte del país no están todavía en producción y representan, sin embargo, según se cree, las 4/5 partes de la totalidad de los depósitos de gas natural en él existentes. La capacidad de producción anual de gas norteafricano de 20.000 millones de metros

cúbicos, que fácilmente pasará a ser, según se espera, de 50.000 millones. Resuelto el sistema más adecuado de transporte, podrá disponer Europa de gas natural abundante y barato.

COTIZACIONES Y COMERCIO

MERCADO DEL CINCO

Se está notando, al finalizar el primer trimestre de 1963, una gran escasez de oferta de mineral de cinc en el mercado de Londres. La demanda ha subido a causa de las compras efectuadas por la industria automovilista. Las expediciones rusas se derivan ahora hacia el Mercado Común. Ello hace suponer que los precios subirán en Londres los próximos meses.

C O B R E

El mercado de ese metal en 1962 se ha mantenido equilibrado. Durante los últimos diecisiete meses los precios no han oscilado más del 40 por 100. La industria del cobre está realizando grandes esfuerzos de investigación para encontrar nuevas aplicaciones.

E S T A Ñ O

El Consejo Internacional del Estaño se ocupó recientemente del comercio de este producto por los países del bloque soviético. Los países de dicho bloque han exportado en 1962 el 43 por 100 menos que en 1961, pero el único país exportador fue China, ya que los países comunistas europeos, Polonia especialmente, incrementaron su importación en el 138 por 100. Rusia adquirió una pequeña partida en Malasia.

S I D E R U R G I A

Según datos de la Agencia Tass, la Unión Soviética ha producido en 1962, 76,3 millones de toneladas de acero, mientras que los países del Mercado Común han producido 7,27 millones. En Estados Unidos se alcanzaron 91 millones de toneladas. En relación con 1961, la producción soviética aumentó el 8 por 100 y la del Mercado Común retrocedió el 0,8 por 100.

E N E R G I A

Los órganos ejecutivos de las tres comunidades europeas (CECA, Mercado Común y Euratom) han redactado un documento de trabajo que servirá de base a los Consejos de Ministros. En él se dice que en los años venideros el petróleo irá sustituyendo al carbón como fuente de energía, de tal forma que en 1970 el primero deberá cubrir la mitad de las necesidades, y no un tercio como actualmente. Las minas de carbón necesitarán fuertes ayudas financieras que se valoran en unos 350 millones de dólares al año. De otro modo, para 1975 la extracción será la mitad de la actual. El estudio no se ha atrevido a señalar las explotaciones que están amenazadas de cierre, pero se supone que se refiere a algunas minas belgas e incluso francesas de la zona Norte Paso de Calais, donde se encuentra la mitad del censo laboral de minas de carbón en Francia.

COTIZACION DE METALES

M A T E R I A S	30-12-59	4-1-62	3-1-63	31-1-63	28-3-63
CINC					
Nueva York (centavos por libra)...	12,50	12,50	11,50	11,50	11,50
Londres (£ por Tn.).....	95 1/4-95 1/2	71 3/8-71 1/2	67-67 1/8	68 7/8-69	73-73 1/8
ALUMINIO					
Nueva York (centavos por libra)...	28,10	26,—	22,50	22,50	22,50
Londres (£ por Tn.).....	187	186	180,—	180,—	180,—
MERCURIO					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramos).....	212-214	191-193	186-189	187-190	186-188
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.)	72	59	61 1/2	61	60
VOLFRAMIO					
Londres (£ por Tn.).....	147-152	104-107 1/2	63-69	60-70	63-70
PETROLEO					
Nueva York (£ por barril).					
East Texas, crudo, en pozo....	3,05-3,25	3,05-3,25	3,10	3,10	3,10
ESTAÑO					
Nueva York (centavos por libra)...	98,75	120,62	113,12	111,—	109,37
COBRE					
Nueva York (centavos por libra).					
Electrolítico.....	26	31	28,50	28,62	28,75
Londres (£ por Tn.).....	256 1/2-257 1/2	229 1/2-229 3/4	234-234 1/4	234-234 1/4	234-234 1/4
PLOMO					
Nueva York (centavos por libra)...	12	10,25	10,—	10,50	10,50
Londres (£ por Tn.).....	74 1/4-72 1/2	59 1/4-59 3/8	54-54 1/4	57 1/8-57 1/4	57 1/8-57 1/4

EXPORTACION DE VIDRIO PORTUGUES

Los fabricantes portugueses de vidrio han iniciado una política de agrupación para vender en el extranjero. Tres de ellos han creado ya una organización, pero han invitado a los demás a unirse a ella. El valor de las exportaciones portuguesas de vidrio y botellas asciende a casi millón y medio de dólares. El treinta por ciento de la producción nacional se destina al exterior.

HULLA Y COQUE METALURGICO

En vista que el abastecimiento de la hulla, ya no se encuentra caracterizado por la escasez, una Orden del Ministerio de Industria, de fecha 18 de diciembre («B. O.» 2-1-63), autoriza el empleo de hulla y coque metalúrgico para cualquier tipo de consumo, quedando derogadas todas las disposiciones restrictivas que se habían dictado sobre esta materia.

INVERSIONES DE CAPITAL EXTRANJERO EN EMPRESAS NACIONALES

Por Decreto de la Presidencia del Gobierno de 18 de abril de 1962 se autoriza a los españoles con residencia habitual en el extranjero, a los extranjeros y personas jurídicas extranjeras de naturaleza privada y a la Corporación Financiera Internacional, la transferencia a España de sus capitales en moneda extranjera, admitida a cotización en el mercado español de divisas, para invertir libremente su contravalor, sin limitación alguna en cuanto a la cuantía de la participación de capital, en la creación, ampliación o modernización de Empresas españolas, en igualdad de condiciones que los nacionales residentes en España, siempre que se trate de industrias productivas que se hallen comprendidas, entre otros, en los siguientes sectores:

Siderurgia e industrias de los metales no férricos. Cemento. Prefabricados de la construcción en general. Construcción de máquinas herramientas. Construcción de maquinaria química y eléctrica. Ácidos, bases, sales inorgánicas y electroquímica.

CRIADEROS

GAS NATURAL EN SAHARA

Los yacimientos de gas natural recientemente descubiertos en el Sahara Oriental dicen ser inferiores sus reservas en un tercio a los famosos de Hassi-Messaoud. Se comenta también la posibilidad de construir un gasoducto por Túnez hasta Sicilia e Italia.

INVESTIGACION DE PETROLEO EN MARRUECOS

La Oficina de Investigaciones y Participaciones mineras de Marruecos, firmó el 7 de marzo un acuerdo con la organización italiana AGIP por el que se concede a la misma un permiso de investigación de hidrocarburos en Marruecos Oriental. Los gastos de investigación son el 20 por 100 para Marruecos y el 80 por 100 para Italia. En caso de éxito se creará una sociedad, repartiéndose los beneficios al 50 por 100. Como es sabido, el AGIP realiza ya desde hace dos años un plan de sondeos en la región de Tarfaya.

COBRE EN BULGARIA

Ha sido descubierto un yacimiento de mineral de cobre en Bulgaria, con una capacidad de extracción de 100 millones de toneladas.

BUSQUEDA DE PETROLEO EN SPITZBERGEN

El archipiélago de Spitzbergen posee importantes yacimientos de carbones bituminosos, pero no se ha encontrado en él petróleo. La «California Texas Oil Corp.» ha enviado a estas islas cuatro grupos exploradores, equipados con helicópteros, para realizar prospecciones geológicas en busca de petróleo. La «Caltex» ha presentado ya 201 solicitudes de concesiones de explotación. Dos expediciones soviéticas, constituidas por un total de 150 científicos, y que usan dos helicópteros, cada uno de los cuales lleva cuatro tripulantes y diez pasajeros, están también buscando yacimientos de petróleo y carbón en dicho archipiélago.

LAS SALES DEL MAR MUERTO

Según la empresa «Dead Sea Works Ltd.», explotadora de las riquezas minerales de las aguas del Mar Muerto, el contenido en sales de éstas es el siguiente:

	g/l.	Reservas calculadas en 10 ⁶ Kg.
Cloruro sódico	139	22
Cloruro cálcico	87	12
Cloruro cálcico	37	6
Cloruro potásico	11.5	2
Bromuro magnésico	5	1
Sulfato cálcico	1	—

y ciertas cantidades de rubidio, cesio, cobalto y manganeso.

La producción en 1961 fue de 135.000 toneladas de potasa, 13.963 toneladas de sal común y 2.870 toneladas de bromo. La producción de potasa fue en 1962 de unas 150.000 a 160.000 toneladas, con un valor de 300 millones de pesetas.

Como la red ferroviaria israelí no posee ramales que lleguen hasta los centros de explotación del Mar Muerto, los productos obtenidos han de ser transportados por carretera a Eilat, o bien a Beersheba, donde se les transborda al ferrocarril que conduce a Haifa. Una vez que estén terminadas, dentro de unos años, las instalaciones del puerto de Ashdod, que estará unido mediante una nueva línea férrea a Demona, el importante centro textil del Neguev, se efectuarán por él, sin duda, las exportaciones de potasa.

Con arreglo al programa israelí de desarrollo industrial y económico, se calcula que la producción de potasa ascenderá en 1962-63 a 150.000 toneladas, que aumentarán a 190.000 toneladas en los dos años siguientes y a 600.000 toneladas al cabo de un quinquenio. Se ampliarán las instalaciones actuales, y se hallan en construcción 60 Km. de diques nuevos sobre una superficie de 100 Km² del Mar Muerto, para aumentar las posibilidades de aprovechamiento práctico del proceso natural de evaporación de las aguas.

Con la ampliación de las instalaciones de producción de bromo, se elevará ésta a 10.000 toneladas anuales, obtenidas de los residuos de la producción de potasa. En Beersheba ha comenzado a funcionar una factoría química para producción de derivados del bromo, como los bromuros etílico, butílico, propílico y sódico. Se espera exportar productos de este tipo por un valor global de 90 millones de pesetas anuales.

El producto de mayor importancia económica en el futuro será indudablemente el óxido de magnesio, cuya demanda mundial se cifra en la actualidad en 10 millones de toneladas.

En el Mar Muerto puede ser obtenido con un mayor grado de pureza que en otras partes, y se espera que su producción en 1965 sea de 75.000 toneladas y el valor global de sus exportaciones ascienda a 240 ó 300 millones de pesetas.

Se estima que la producción global del complejo industrial del Mar Muerto, una vez terminadas las ampliaciones en curso de sus instalaciones, permitirá obtener unos beneficios a Israel de 1.500 millones de pesetas, de las cuales un 80 por 100 constituirán ingresos netos en divisas para la economía de este país.

NOVEDADES INDUSTRIALES Y CIENTIFICAS

DESAGUE DEL VALLE INFERIOR DEL MEKONG

La entidad «Sogreah» de Grenoble, ha recibido de las Naciones Unidas el encargo de reproducir en un modelo y estudiar en su aspecto matemático las condiciones de desagüe del valle inferior del río Mekong, a fin de determinar el régimen hidráulico de un dique que regularía el caudal de sus aguas.

EL BENEFICIO DE LOS METALES SECUNDARIOS

En nuestras industrias de beneficio, hay múltiples ejemplares de preparación de metales secundarios; en los concentrados de cobre suelen encontrarse trazas de oro, selenio y telurio; en los de cinc, cantidades interesantes comercialmente de cadmio, germanio, indio, talio y mercurio; en los de plomo, el antimonio y el bismuto. Todos ellos son beneficiados durante la fusión de los minerales, utilizados primordialmente para obtener los metales primarios. La importancia de la obtención de los metales secundarios es función de la proporción en que se encuentran en los concentrados de metales primarios y de las posibilidades de utilización práctica que ofrecen. Anualmente se obtienen 10.000 toneladas de cadmio, 400 toneladas de selenio y 100 toneladas de indio o talio, lo que repercute en el precio del venta respectivo, pues mientras que el kilogramo de cadmio, por ejemplo, vale aproximadamente 225 pesetas, el de germanio cuesta unas 15.000 pesetas.

En la obtención electrolítica del cinc, puede conseguirse concentrar los metales secundarios que le acompañan hasta formar un producto de cementación. En los lodos anódicos resultantes de la electrolisis de los minerales de cobre se acumulan selenio y telurio; y en los de los minerales de plomo, bismuto. Es frecuente el empleo, para el objeto indicado, de diversos procesos metalúrgicos y químicos, bien en forma alternativa, o bien combinados, que hacen posible el aislar estos metales secundarios con un grado de pureza hasta del 99.99 por 100.

DISOLUCION DE LA SOCIEDAD «MERCURIO ITALIANO»

A petición de la Comisión Ejecutiva del Mercado Común ha sido disuelta la sociedad «Mercurio Italiano», que se dedicaba en exclusiva a exportar la producción de las cuatro empresas extractivas italianas. La Comisión Ejecutiva ha creído que esta situación es monopolística, habida cuenta de que Italia es el único productor de mercurio dentro del Mercado Común. De ahora en adelante, cada una de las sociedades productoras actuará por separado.

EL CARBÓN Y LA INDUSTRIA QUIMICA

En 1961, el Departamento de Investigación Científica e Industrial de Gran Bretaña (DSIR) destinó 100.000 libras a subvencionar trabajos de investigación acerca de las aplicaciones del carbón en la industria química, concediendo 24.000 libras a la Asociación del Alquitrán de Hull y 86.000 libras a la Asociación de Investigación sobre la Utilización del Carbón, cuyos programas generales de investigación incluyen trabajos sobre dicho tema.

PETROLEO RUSO PARA EL BRASIL

La empresa estatal petrolera brasileña «Petrobras» ha firmado un convenio con la Unión Soviética para la entrega por ésta de petróleo bruto, por valor de 1.260 millones de pesetas, a cambio de productos agrícolas del Brasil, principalmente café.

LA RADIACION NATURAL DE NUESTRO AMBIENTE

Del 11 al 13 de abril, se celebró en la Universidad de William Marsch Rice de Houston (Texas), un symposium sobre la radiación natural del medio ambiente; en él se consideraron, tanto los instrumentos para su estudio como los valores de la radiación externa.

INVESTIGACION SOBRE TECNICA DE ALTOS HORNOS

Un grupo de compañías siderúrgicas de Estados Unidos y Canadá han constituido una sociedad que se dedicará a la investigación sobre la técnica de los hornos altos. Esta organización cooperará con la Oficina de Minas de los Estados Unidos en un plan de estudio de dos años.

La capacidad siderúrgica en todos los países del mundo resulta ahora ser superior a las necesidades. Con este motivo se está desarrollando una aguda competencia en los mercados internacionales y todos los países proceden a implantar medidas «antidumping».

LA MINERIA MEXICANA

Las perspectivas que presentó la minería en el año 1962 fueron ligeramente mejores que las del año anterior, pero no han recuperado los niveles existentes en años anteriores. El Gobierno ha emprendido en la minería una actividad de promoción y tiene previstas ayudas fiscales y crediticias adicionales.

Durante el primer semestre de 1962 se elevó la producción de plomo, hierro, carbón, plata y azufre, en contraste con el descenso experimentado en igual período de 1961; en cambio, continuó disminuyendo la producción de cobre y de cinc.

Con excepción de la plata, cuyo precio se ha elevado en forma acentuada, las cotizaciones de los demás metales y minerales no han mejorado, lo que ha repercutido desfavorablemente sobre la actividad minera.

LIQUEFACCION DE GAS NATURAL EN ARGELIA

Ha comenzado la construcción en Port Arzeu (Argelia), de una instalación para la liquefacción de gas natural por la «Compagnie Algérienne de Méthane Liquide» (CAMEL), que suministrará al Consejo del Gas 1.000 millones de metros cúbicos anuales del mismo.

LAS GRANDES EMPRESAS QUIMICAS FRANCESAS

La empresa química francesa «Société des Produits Chimiques Péchiney-Saint-Gobain» cuenta actualmente con 17 factorías, dos centros de investigación y un laboratorio de ensayos, y dispondrá, además, en breve, de una explotación minera. Tiene 11.500 empleados y sus ventas anuales se elevan a 1.000 millones de francos (12.000 millones de pesetas). Forma, por tanto, parte del grupo de las mayores empresas químicas europeas. De las dos sociedades matrices, «Saint-Gobain» se dedicaba preferentemente a la producción de ácido sulfúrico y fertilizante, y «Péchiney», a la de productos clorados. El capital social, que es de 280 millones de francos, una vez adquiridas ciertas explotaciones mineras y varias participaciones en otras empresas, se elevará a 300 millones. A investigación se dedica el 4,5 por 100 del importe global de las ventas. El volumen de transacciones ha aumentado en el año 1962 en 11 por 100 en relación al 1961. Las exportaciones equivalen al 17 por 100 de las ventas.

DEPURACION DE AGUAS SALOBRES EN CALIFORNIA DEL NORTE

Se proyecta la construcción en Wrightsoille Beach (Carolina del Norte), de una instalación de depuración de aguas salobres, con una capacidad de 3.790 metros cúbicos diarios, basada en el proceso Struthers-Umano de desmineralización por congelación. La Oficina de Aguas salobres («Office of Saline Water») del Departamento del Interior de los Estados Unidos ha desestimado varias ofertas para la construcción de una instalación experimental más pequeña (de unos 940 metros cúbicos diarios de capacidad) anteriormente prevista.

REFINERIAS EUROPEAS DE PETROLEO

En el período de 1946 a 1960, la industria petrolera europea ha invertido unos 11.000 millones de dólares en el logro de la expansión precisa para satisfacer debidamente las necesidades existentes en este sector en nuestro continente. La capacidad de refinado de Europa occidental pasó de 15 millones de toneladas en 1947 a más de 200 millones de toneladas en la actualidad. A fines de 1961, las capacidades globales correspondientes a diversos países europeos occidentales eran: Gran Bretaña, 50,3 millones de toneladas; Francia, 43,3; Italia, 42,9; Alemania Occidental, 41,2, y Holanda, 22,9. La capacidad total de refinado de petróleo del mundo, incluyendo el bloque soviético, se estima en 1.300 millones de toneladas, y en el mundo libre (excepto Estados Unidos), se proyecta la construcción de nuevas refinerías, con una capacidad conjunta de 200 millones de toneladas. Más de la mitad de ellas estarán situadas en Europa occidental. El consumo global se calcula en 300 a 390 millones de toneladas.

PLAN FRANCÉS DE DESARROLLO ECONOMICO (PETROLEO)

Con arreglo a una ley de 4 de agosto de 1962, Francia ha iniciado un IV Plan de Desarrollo Económico y Social para el período 1962-65, con una atención especial para la industria del petróleo.

Se realizarán importantes campañas de prospección en los países de la zona del franco, que unidas a los trabajos encaminados a la adecuada explotación de los yacimientos ya descubiertos, requerirá la utilización casi completa del potencial humano y del material disponibles.

Se estima que la producción anual media en Francia y los países vinculados económicamente a ella será de 35 a 50 millones. La última cifra citada corresponde aproximadamente a las necesidades anuales de crudos de las refineries empleadas en las naciones radicadas en dicha zona, en el período 1962-65. Es de esperar que siga un curso rápido el desarrollo de la capacidad de refino, incrementándose las cantidades de crudos tratadas en Francia de 33 millones de toneladas en 1950 a 46 en 1965.

En el primer semestre de 1963, entrarán en servicio dos refineries en Estrasburgo, cuya producción se utilizará en gran parte para realizar exportaciones a Alemania y Suiza. Estas refineries serán alimentadas por el oleoducto que irá desde Marsella a Estrasburgo y Karlsruhe, por el que pasarán unos 30 millones de toneladas de crudos por año, con posible prolongación hasta Baviera, donde se proyecta establecer nuevas refineries.

LA IONOSFERA A 800 KILOMETROS

El satélite británico norteamericano «Ariel» ha puesto de manifiesto la existencia en la ionosfera, a 800 Km. de altura, de un estrato formado por electrones y átomos ionizados, desconocidos hasta ahora. La órbita seguida por este satélite se desarrolla entre 400 y 1.200 Km. de altura y entre los 54 grados de latitud norte y otros tantos de latitud sur. Sobre todos ellos, comprobó la presencia del nuevo estrato de partículas eléctricamente cargadas. Este descubrimiento es tanto más sorprendente cuando que, según los conceptos teóricos aceptados sobre la formación de la ionosfera, no sería posible la existencia de estratos a más de 400 Km. de altura.

PRODUCCION DE AMONIACO POR GAS DE SINTESIS

La «Fisons Fertilizers Ltd.» se propone invertir unos 1.530 millones de pesetas en nuevas instalaciones para producir amoniaco por el proceso a base de gas de síntesis (mezcla de una parte de óxido de carbono y dos de hidrógeno) de la «Imperial Chemical Industries» (ICI), que reduce notablemente los costes.

LA INDUSTRIA PETROLERA DE LA U. R. S. S.

La industria petrolera soviética tiene una calidad baja de muchos de los crudos — petróleo de un elevado contenido en azufre —, y el problema del transporte sin resolver pues para la construcción de oleoductos faltan tubos de acero de buena calidad, pues las fábricas rusas de laminado no producen en las cantidades necesarias, y que han de obtenerse principalmente en Italia, Suecia y Finlandia. También carece de los medios adecuados de trans-

porte para la exportación. Rusia no dispone de la flota de petroleros necesaria para hacer llegar sus productos en la medida deseada y posible, dada la cuantía de sus excedentes, a los puertos de los países compradores. Estas circunstancias en un plazo más o menos lejano pudieran encontrar solución. Únicamente quedaría en pie, como contrapartida esencial, el problema de la calidad media del producto, pero es natural que si las refineries adquieren un petróleo muy por bajo de los precios normales en el mercado, no pondrán reparos excesivos respecto a aquélla, puesto que la diferencia de precio les compensará con creces de los mayores gastos que el refino de crudos de baja calidad pudiera suponer. El coste de producción de los crudos soviéticos es relativamente bajo, por ser el propio Estado, el que formula la política de precios y cubre las pérdidas que eventualmente pudieran derivarse de esta política en un momento dado: es indudable que, en un balance de condiciones favorables y adversas, no puede menos de reconocerse que el saldo para el petróleo ruso es positivo.

LA INDUSTRIA FRANCESA DEL GAS

El hecho más sobresaliente en Francia es el haber cedido el gas artificial ostensiblemente paso al gas natural. Esto ha traído como consecuencia que en los últimos quince años se hayan ido cerrando hasta 420 fábricas de gas. Este desplazamiento por el gas natural se ha visto favorecido en Francia por dos circunstancias básicas: las grandes bolsas de gas natural descubiertas en la región de Lacq y las enormes reservas de este combustible detectadas, en el norte de Africa. Primera y fundamental consecuencia de aquel desplazamiento ha sido una disminución del precio de coste del gas, habiéndose pasado, de un precio de 0.0721 NF. la unidad térmica en 1959 a 0.0678 NF. en 1961. Esta utilización en gran escala del gas natural ha exigido naturalmente una inversión de 443.5 millones de nuevos francos, de los que la mitad se ha destinado a mejorar y ampliar las instalaciones de distribución, correspondiendo concretamente una cuarta parte al sector del transporte. «Gaz de France» ha instalado oleoductos para la conducción del gas procedente de Lacq que cubren un recorrido total de 3.800 Km. Se ha recurrido al empleo de barcos, que transportarán el gas sahariano previamente licuado. Esto exige disponer de instalaciones para la licuación y posterior regasificación de dicho combustible, lo que ha movido a la constitución en marzo de 1962, de la «Société d'Exploitation des Hydrocarbures d'Hassi R' Mel», entidad que suministrará, a partir de octubre de 1964, 4.200 millones de unidades térmicas de gas natural en forma líquida por año. A dicho efecto, se está construyendo la instalación licuadora de Arzew. Al mismo tiempo, se montará en el puerto del Havre una instalación para la regasificación del gas. En una segunda etapa, se procederá a la instalación de un gaseoducto submarino que atraviese el Mediterráneo. Los tanteos realizados al respecto son muy alentadores y se especula con la posible instalación de una conducción subacuática de 2.500 m. de longitud.

Favorecido por el abaratamiento de los precios que ha supuesto el empleo de gas natural, se ha producido un aumento notable en el consumo general de gases combustibles en Francia y una disminución del empleo de carbón y productos petrolíferos para la obtención de gas artificial.

CONGRESOS Y REUNIONES

ACTIVIDADES DESPUES DEL CONGRESO DE LA COMISION DE SIGNOS CONVENCIONALES

El acuerdo final de la citada Comisión supone la adopción de los signos propuestos por el Dr. Boegli. Estos constan de cinco exteriores y 23 interiores, y deben ser considerados como una orientación a seguir por los representantes designados por cada país.

Indican la necesidad de que en cada país funcione una comisión nacional, nombrando un delegado, que se deberá relacionar con el secretario permanente del Congreso (Dr. H. Trimel), y que deberá preparar los trabajos de cada reunión de la comisión internacional.

Aconsejan la crítica de los signos propuestos, la cual deberá ser presentada al IV Congreso Internacional de Espeleología, que tendrá lugar en Yugoslavia en 1965.

Indican que aún no hay signos para secciones y perfiles.

Sabemos la adaptación en Suiza (Audetat) de los signos del Dr. Boegli.

Por otra parte (Choppy), Bélgica y algunos departamentos de Francia no han aceptado los cinco signos exteriores de Boegli por considerarlos:

- a) Mal adaptados a la creación de signos derivados (arqueología, etc.); y
- b) Porque ellos permiten la representación de un mismo fenómeno de dos maneras diferentes (una gruta surgente se puede indicar como gruta y como surgencia).

Y en su lugar aceptan los nueve signos exteriores de Choppy.

A la vista de los hechos expuestos, proponemos para España utilizar en los planos espeleológicos los nueve signos exteriores de Choppy y los 23 interiores de Boegli.—A. E.

SEMANA FOTOGRAMETRICA

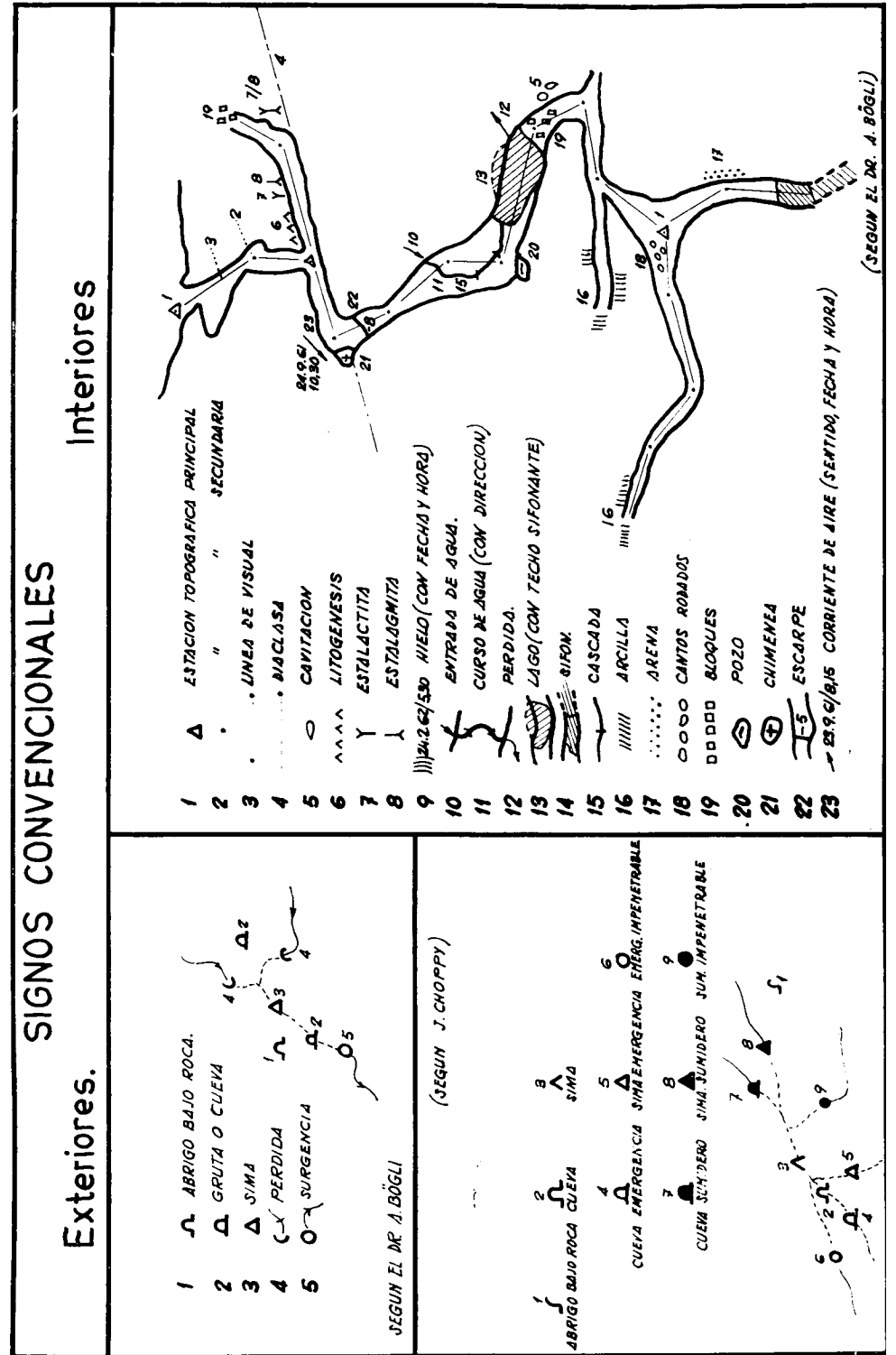
Del 2 al 14 de septiembre de 1963, se celebrará en Munich, la novena semana de estudios fotogramétricos, de acuerdo con el programa siguiente:

Nuevos adelantos de la óptica fisiológica. La reproducción de detalles ínfimos en imágenes fotográficas. Elementos constructivos eléctricos y electrónicos en la concepción de instrumentos fotogramétricos. Métodos de registro modernos en la fotogrametría. Lectura automática de símbolos. Experiencias prácticas en el desarrollo y la construcción de cámaras aéreas. Observaciones críticas sobre proyectores dobles. El desarrollo de rectificadores. Una ojeada sobre la construcción de instrumentos en la U. R. S. S. Problemas de la fotogrametría balística. Los satélites en la fotogrametría. Nuevos conceptos en el estudio de las curvas de nivel fotogramétricas. El aprovechamiento de estereorrestituidores en la confección y elaboración de planos topográficos. Experiencias prácticas en la restitución estereoscópica con haces de rayos torcidos por afinidad. El estado actual de la automatización en la agrimensura europea. La actualidad de la fotogrametría analítica.

REUNION DE LA ASOCIACION DE SEISMOLOGIA Y FISICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA

El programa definitivo, de la reunión que se celebrará en Berkeley, con motivo de la XIII Asamblea Geofísica Internacional, del 19 al 31 de agosto de 1963, es el siguiente:

Symposium sobre el manto superior.—Corteza terrestre, explosiones, continentes, plata-



forma continental, explosiones oceánicas, estudios por las ondas superficiales.—Microseísmos.—Instrumentos, estudios sobre modelos, seismología planetaria, aplicaciones del cálculo electrónico, Problemas isotópicos.—Mecanismo en el foco, energía liberada.—Energía, magnitud, intensidad.— Propagación de ondas de volumen, Propagación de ondas superficiales.—Seismicidad y tectónica.— Ondas sísmicas engendradas por las explosiones.—Interior de la tierra, oscilaciones libres.—Symposium sobre maremotos.

REUNION ANUAL DE LA A. S. C. E.

Del día 7 al 11 de octubre, se celebrará en San Francisco, la reunión anual de la A. S. C. E., con el siguiente programa de temas a tratar: Respuesta de los materiales terrestres a las vibraciones y sacudidas. Interacciones de la estructura del terreno. Proyectos de estructuras resistentes a las sacudidas y vibraciones. Análisis y proyecto de estructuras resistentes a los terremotos. Proyectos de presas resistentes a las sacudidas y terremotos.

PRIMER CONCURSO INTERNACIONAL DE FOTOGRAFIA GEOLOGICA

Organizado por la Revista «GEA» va a tener lugar el I Concurso Internacional de Fotografía Geológica, que se celebrará en España. Los temas de la exposición serán relacionados con la geología y la naturaleza, incluyendo en el primer caso los aspectos técnicos y científicos. Los tamaños de las fotografías serán 24 x 30 y 30 x 40. Finalizando el plazo de presentación de las mismas el día 3 de septiembre de 1963. El Jurado que ha de calificar las fotografías estará integrado por el Director de Plazas y Provincias Africanas, Director del Museo de Ciencias Naturales, Director del Instituto Geológico y Minero de España, Director de la Revista «Arte Fotográfico» y el Director de la Revista «GEA».

UNION GEOGRAFICA INTERNACIONAL.

La XX Reunión de la Unión Geográfica Internacional, tendrá lugar en Londres, en el verano del próximo año 1964. De momento, las sesiones del Congreso se organizarán como sigue:

I. *Población y haciendas*.—Los temas a tratar, son: 1. La ciudad gigante (megapolis): aspectos de su crecimiento y estructura.—2. El estudio geográfico de la estructura, cambio y variabilidad de la población.—3. La fluctuación de los límites de las haciendas: la despoblación de las áreas agrícolas.—4. Migraciones internacionales.—5. Estudio comparativo de las haciendas tipo.

II. *Geografía económica*.—1. Estudio de la localización industrial con referencia a: a) Dispersión industrial y descentralización, y b) el continuo crecimiento de las concentraciones industriales.—2. El empleo de las técnicas estadísticas en la geografía económica en relación con la medida de las concentraciones de la industria, la población y el trabajo, y la realización de las previsiones y proyecciones. (Una sesión conjunta con la sección VII).—3. La definición, delimitación y formación de mapas de los sistemas económicos o regiones económicas; por ejemplo, áreas de mercados, tipos de haciendas, sistemas de agricultura.—4. Estudios geográficos de producciones primarias, petróleo y fuentes de energía.—5. Desarrollo del transporte y de las comunicaciones como agentes de cambios geográficos.

III. a) *Climatología*, b) *Hidrología*, *Oceanografía*, *Glaciología*.—1. Los climas de las ciudades.—2. Estudios sobre cambios climáticos.—3. Estudios de climatología tropical.—4. El fondo oceánico: geomorfología submarina y sedimentología.—5. El balance agua calor.—6. Las regiones polares.—7. Cambios en el nivel del mar, particularmente en relación con las fluctuaciones glaciares y otros factores.

IV. *Biogeografía*.—1. Clasificación del suelo y mapas de suelos: Sus objetivos, escalas y terminaciones.—2. La identificación y caracterización de zonas climáticas en altitud.—3. Métodos para construir la historia de la vegetación.—4. Aspectos y clasificación de los mapas de vegetación.—5. Aplicaciones de la biogeografía a la conservación.—6. Significación de los factores antropogénicos en la vegetación tropical.—7. Problemas de convergencia.

V. *Geomorfología*.—1. Denudación cronológica.—2. Erosión fluvial, meandros y corrientes.—3. El uso de los métodos estadísticos y los experimentos de campos en geomorfología.—4. Clima tropical y morfología.—5. Fenómenos periglaciares.—6. Erosión glacial.

VI. *Geografía histórica*.—1. Evidencia cartográfica y toponímica de antiguas condiciones geográficas.—2. La transformación de bosques, pantanos y marismas.—3. El crecimiento histórico de los centros industriales y urbanos.—4. Huellas en el paisaje.—5. Geografías del pasado incluyendo las de un pasado reciente.

VII. *Geografía aplicada*.—1. El empleo de las técnicas estadísticas en la geografía económica con referencia a la medida de las concentraciones de la industria, la población y el trabajo, y la realización de previsiones y proyectos. (Sesión conjunta con la Sección II).—2. Técnicas geográficas en la planificación regional en relación con: a) Planificación del empleo de las tierras; b) regiones urbanas y su crecimiento futuro; c) áreas de industria «declinante» y recursos, y d) la reorganización de las áreas administrativas.—3. Modificaciones en gran escala de los contornos físicos.—4. Problemas geográficos de las tierras subdesarrolladas.—5. Aplicación de la geografía a los problemas internos externos de los Estados.

VIII. *Geografía regional*.—1. La validez del concepto regional de la geografía.—2. El problema de la descripción regional.—3. Geografía regional comparada.—4. Estudios de casos que demuestran la aplicación de las nuevas técnicas.—5. La historia del pensamiento geográfico.

IX. *Cartografía*.—1. La historia de la cartografía.—2. Proyectos de nueva cartografía y nuevos temas para la representación cartográfica.—3. La representación del relieve en los mapas de pequeña escala.—4. La representación cartográfica de la vegetación y los rasgos geomorfológicos.—5. Aplicaciones de la foto-interpretación a la investigación geográfica.

XIII ASAMBLEA DE LA UNION GEODESICA Y GEOFISICA INTERNACIONAL

Como ya estaba anunciado, del 19 al 23 de agosto de 1963, se celebrará en Berkeley (California) la XIII Asamblea General de Unión Geodésica Internacional. En dicha sesión se reunirán las diversas Asociaciones Internacionales, de las cuales se conocen ya el avance del programa

Los temas que se tratarán, son los siguientes:

Asociación Internacional de Geodesia: Determinaciones geométricas de posición, ni

lación y movimientos del suelo, manto superior, astronomía geodésica y satélites artificiales, gravimetría, geodesia física, mareas terrestres.

Asociación de Sismología y Física del interior de la Tierra: Hasta la fecha sólo se ha anunciado el Symposium sobre manto superior.

Asociación de Meteorología y Física atmosférica: Meteorología atmosférica superior, interacción del océano y la atmósfera, meteorología aeronómica de la atmósfera superior, radiometeorología, evaporación, estructura de la atmósfera, cristales glaciales y nucleación glacial, climatología, física de las nubes, precipitación, paleomagnetismo y paleoclimatología, aportación de los satélites en los estudios meteorológicos, meteorología dinámica, procesos atmosféricos en escala grande

Asociación de Geomagnetismo y Aeronomía: Aeronomía, paleomagnetismo.

Asociación de Oceanografía física: Interacción entre el océano y la atmósfera, procesos recientes de la instrumentación, el fondo del Océano Pacífico, oceanografía costera, oceanografía antártica, oceanografía dinámica, teoría y aplicación de la mecánica de líquidos, corrientes de los océanos, movimientos sedimentarios.

Asociación de Vulcanología: Manto superior, procesos posteruptivos en las regiones de vulcanismo activo, nomenclatura de las ignimbritas, procesos consecutivos de las regiones volcánicas activas, posibilidad o imposibilidad de unificación de las observaciones en observatorios vulcanológicos.

Asociación de hidrología científica: Aguas superficiales, nieves y glaciares, aguas subterráneas, precipitaciones, erosión terrestre, geoquímica del agua, evaporación y Comité de standarización, materias disueltas y geoquímicas, Comité de hidrometría.

NORMALIZACIÓN DEL MATERIAL DE LA INDUSTRIA PETROLERA

La Organización Internacional de Normas (*International Standards Organization*) creó en 1956 una Comisión técnica para tratar de la normalización del material y equipo usado en perforaciones, producción, refinado y transporte por oleoductos de productos petrolíferos. En la reunión última de esta Comisión, celebrada en Bucarest, se trató del equipo necesario para el tendido de oleoductos, pero, en ausencia de los representantes de Estados Unidos y Rusia, se acordó rogar a estos dos países que participaran en el futuro en los trabajos de dicha Comisión.

REUNION DE LA COMISION DEL MAPA GEOLOGICO DEL MUNDO

Durante los días 17 a 21 de diciembre de 1962 tuvo lugar en las salas de conferencias del Palacio de la Unesco de París, una reunión de la Comisión del Mapa Geofísico del Mundo, que por estar ausente por enfermedad el Presidente Sr. Blondel, fue presidida por el profesor Pruvost, y en la que se trató del Mapa geológico, Mapa tectónico y Mapa metalogénico.

A esta reunión enviaron representantes, los siguientes países:

África.—Camerón, Congo (Leopoldville), Ghana, Kenya, Liberia, Madagascar, Marruecos, Nigeria, Rodesia del Norte, Rodesia del Sur, Tanganika,

América del Norte.—Canadá, Estados Unidos,

América del Sur.—Chile, Guayana francesa, Venezuela,

América central.—República Dominicana,

Asia y Extremo Oriente.—Borneo, China, Pakistán,

Australia-Oceania.—Australia, Fiji,

Europa.—Austria, Alemania Federal, Inglaterra, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Italia, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Suecia, Checoslovaquia, Turquía, Rusia, Yugoslavia,

Oriente Medio.—Israel, Irak, Irán, Siria,

En las sesiones del día 17, el Secretario General dio cuenta de la actividad de la Comisión en el transcurso de los últimos dos años, balance, relaciones con las Sub-Comisiones y propuesta de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas para que se adhiera a ella la Comisión.

También los distintos Vice-Presidentes continentales informaron sobre el estado de avance de los mapas geológicos de sus respectivos continentes.

El día 18 se dedicó a exponer el estado de avance del Mapa tectónico de los diferentes Continentes, que es el siguiente:

África.—En preparación para el Congreso de 1964.

Norte y Centroamérica.—Presentación en maqueta.

Sudamérica.—En elaboración.

Sureste Asiático y Extremo Oriente.—En elaboración.

Australia-Oceania.—Austria: Segunda edición a 1:2.534.000, publicado en 1962. *Australia-Oceania.* Se presentará en maqueta al Congreso de 1964.

Europa.—Dieciséis hojas; 2.ª edición a publicar en 1963.

U. R. S. S.—Una hoja; 1.ª edición 1962

El día 19 tuvo lugar la sesión para tratar del Mapa metalogénico. Informaron el Presidente de la Sub-Comisión y los Coordinadores generales. Se decidió la creación de Comités de redacción y se designaron los Coordinadores que deberán encauzar esta colaboración.

Se constituyeron además grupos de trabajo para estudiar los problemas administrativos, del Mapa tectónico, del Mapa metalogénico, de los Mapas y Atlas geológicos y del Mapa hidrogeológico. Todos estos grupos de trabajo se reunieron el día 20 para estudiar sus respectivos problemas, y en estas sesiones se redactaron unas resoluciones que fueron presentadas y aprobadas en la sesión plenaria del día 21.

Los acuerdos adoptados, fueron los siguientes:

Estatutos y Reglamentos de la Comisión,

Recomendación de que la Comisión se afilie a la Unión Internacional de Ciencias Geológicas sin perder su relación con el Congreso Geológico Internacional.

Recomendación de que los diferentes países envíen al Secretariado de la Comisión dos ejemplares de cada mapa publicado a escala 1:500.000 o menor, y un repertorio de los mapas publicados

Recomendación de que los organismos geológicos de todos los países del mundo lleven a la reunión de Nueva Delhi sus trabajos tectónicos, a fin de estudiar la confección de un primer mapa tectónico del mundo.

Recomendación a todos los países que todavía no lo han iniciado, para que comiencen la confección de un mapa metalogénico, teniendo en cuenta los tipos de depósitos y su importancia relativa.

Aprobación de la inmediata iniciación de un Atlas geológico del mundo, cuya realización se estima tardará cinco o seis años.

Recomendación de que se cree una Subcomisión encargada de la confección de mapas hidrogeológicos.

A. A.

LA ESTRUCTURA DE LOS ESPACIOS RACIONALES Y SUS CONSECUENCIAS CRISTALOMORFICAS

El día 27 de febrero, se celebró la recepción de Académico de Número de la Real de Ciencias, del Excmo. Sr. D. Clemente Sáenz García, quien disertó sobre la «Estructura de los espacios racionales y sus consecuencias cristalomórficas». Explicó los grupos de comensurabilidad, y empezó por las figuras cristalográficas planas: disertó sobre la clasificación métrica de triángulos y complejos, que con los complementos establecidos posteriormente para el espacio y el hiper-espacio, presenta formas nuevas de exposición de la cristalografía geométrica en sus leyes de formación. Terminó la disertación de la hiper-cristalografía e imaginando unos complejos espacios-temporales reticulados, en general con tres unidades o módulos de longitud y una cuarta o ritmo de tiempo, traducible también en distancia imaginaria mediante la ecuación de equivalencia de Minkowski.

En nombre de la Corporación le dió la bienvenida el Presidente de la misma, Sr. Peña Boeuf.

LAS AGUAS MINERO MEDICINALES Y SU INDUSTRIALIZACION

El día 2 de mayo se celebró la recepción de Académico de Número de la Real de Farmacia, del Excmo. Sr. D. Juan Manuel López de Azcona, quien disertó sobre las «Aguas minero-medicinales y su industrialización». En el discurso consideró la definición de las aguas minero-medicinales, los análisis y su composición, la clasificación de las aguas, el alumbramiento, la utilidad pública, perímetro de protección y concesión minera, la industrialización y la intervención estatal. En las conclusiones destacó la necesidad de activar esta industria mineralúrgica que podría representar una riqueza anual del orden de 5.000.000.000 de pesetas anuales.

En nombre de la Corporación le dió la bienvenida el Numerario de la misma, Sr. Hernández-Pacheco.

RESERVAS MINERAS

RESERVA DE YACIMIENTOS DE CARBON EN CIUDAD REAL Y TOLEDO

Por Orden del Ministerio de Industria de 15 de noviembre de 1962, se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de carbón que puedan encontrarse en los terrenos francos existentes en la actualidad y asimismo en los que queden libres mientras subsista la reserva dentro del polígono determinado por los centros de las puertas de las Casas Consistoriales de Ciudad Real, Fernán Caballero, Malagón, Villarrubia de los Ojos, Puerto Lápice, Madrudejos, Villacañas, Puebla de Almoradiel, Pedro Muñoz, Tomelloso, La Solana, Almagro y Ciudad Real, zona comprendida en las provincias de Ciudad Real y Toledo, suspendiendo en la misma el derecho a solicitar permisos de investigación o concesiones de explotación a que se refiere el artículo 16 de la Ley de Minas, siempre que la sustancia sea de la afectada por la reserva. La reserva provisional así establecida entró en vigor el día 3 de diciembre de 1962 y expirará a los dos años, salvo que antes de su vencimiento haya sido prorrogada de forma explícita o transformada en reserva definitiva.

PRORROGA DE RESERVA DE YACIMIENTOS DE CARBON EN CORDOBA

Por Orden del Ministerio de Industria de 7 de marzo de 1957, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de 10 del mismo mes, se reservaron provisionalmente a favor de Estado los yacimientos de carbón en la cuenca de Peñarroya, Pueblonuevo, Bélmez y Espiel, de la provincia de Córdoba. Dicha Orden fue prorrogada en 10 de marzo de 1959 y 18 de febrero de 1961; pero como subsisten en la actualidad los motivos determinante de las anteriores prórrogas, ya que es conveniente que el Instituto Nacional de Industria continúe realizando las labores de investigación que le fueron encomendadas,

Dicho Ministerio acordó prorrogar la reserva a favor del Estado de los yacimiento de carbón en la cuenca de Peñarroya, Pueblonuevo, Bélmez y Espiel, de la provincia de Córdoba, con el mismo perímetro y en los propios términos que se indicaban en la Orden de 7 de marzo de 1957, que establecía la misma.

Esta prórroga entró en vigor a partir de la fecha de vencimiento de la concedida por Orden ministerial de 18 de febrero de 1961, expirando a los dos años, salvo el caso de que se prorrogue nuevamente de forma explícita o sea transformada en reserva definitiva.

PRORROGA DE RESERVA DE YACIMIENTOS DE MINERALES DE HIERRO, PLOMO, CINC, PLATA Y BARIO EN ALMERIA

Por Orden del Ministerio de Industria de fecha 20 de enero de 1958, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de 10 de febrero siguiente, se reservó provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de minerales de hierro, plomo, cinc, plata y bario en una zona de la provincia de Almería. Dicha Orden fue prorrogada en 8 de febrero de 1961 pero como subsisten en la actualidad los motivos determinantes de la primitiva prórroga ya que es conveniente que el Instituto Nacional de Industria continúe realizando las labores de investigación que les fueron encomendadas,

Dicho Ministerio acordó prorrogar la reserva a favor del Estado de los yacimientos de minerales de hierro, plomo, cinc, plata y bario en determinanda zona de la provincia de Almería, establecida por Orden ministerial de 20 de enero de 1958, en los propios términos que se indican en la citada Orden.

Esta prórroga entró en vigor a partir de la fecha del vencimiento de la concedida Orden ministerial de 8 de febrero de 1961, expirando a los dos años, salvo el caso de que se prorrogue nuevamente de forma explícita o sea transformada en reserva definitiva.

PRORROGA DE RESERVA DE YACIMIENTOS DE LIGNITO EN GRANADA

Por Orden del Ministerio de Industria de 14 de febrero de 1957, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de 27 del mismo mes, se reservó provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de lignito en la zona de Arenas del Rey de la provincia de Granada. Dicha Orden fue prorrogada en 17 de febrero de 1959 y 6 de febrero de 1960; pero como subsisten en la actualidad los motivos determinantes de las anteriores prórrogas, ya que es conveniente que el Instituto Nacional de Industria continúe realizando las labores de investigación que le fueron encomendadas,

Dicho Ministerio acordó prorrogar la reserva a favor del Estado de los yacimientos de lignito en la zona de Arenas del Rey, de la provincia de Granada, en los propios términos que se indican en la Orden de 14 de febrero de 1957, que establecía la misma.

Esta prórroga entró en vigor a partir de la fecha del vencimiento de la concedida Orden ministerial de 9 de febrero de 1961, expirando a los dos años, salvo en el caso de que se prorrogue nuevamente de forma explícita o sea transformada en reserva definitiva.

Notas bibliográficas

CRIADEROS

ARRIBAS, A.: *Mineralogía y metalogía de los yacimientos españoles de uranio: Epila (Zaragoza)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», (G.), 60, (1962), págs. 229-236.

Los yacimientos uraníferos de Epila tienen gran interés, ya que hasta hace poco eran la única representación que teníamos en España de los llamados «yacimientos estratiformes epigénicos». Los indicios cupríferos y uraníferos se localizan exclusivamente en el Triás inferior calcoarenoso y desaparecen completamente en los terrenos geológicamente vecinos.

Las rocas encajantes son areniscas calizas con granos de cuarzo principalmente. Una importante emisión de rocas básicas, meláfidos y diabasas atraviesa los materiales triásicos, según fracturas alpinas de dirección NE. y NW.

Macroscópicamente, las muestras mineralizadas contienen restos vegetales, distribuidos en una roca grisácea impregnada por sulfuros de cobre, especialmente calcopirita y bornita.

La asociación mineral y el orden de deposición de los minerales se indican en un diagrama de sucesión metalogénica - F. M. M.

ARRIBAS, A.: *Mineralogía y metalogía de los yacimientos españoles de uranio: Cazorla (Jaén)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.» (G), (1962), págs. 237-242.

Los indicios radiactivos se encontraron en la mina «Collado Verde», situada en el término municipal de Cazorla. La mineralización aparece siempre en las calizas triásicas y próxima al contacto con los materiales jurásicos.

La roca encajante es una caliza algo oolítica, brechificada e impregnada por sulfuros de cobre y hierro. El aspecto y estructura de la muestra indica que la mineralización ha tenido un origen tectónico.

Los minerales más importantes son la bornita, calcosina y calcopirita; la ganga, cuando la hay, es calcita, pero generalmente es difícil de distinguir de la que forma las rocas encajantes.

Las muestras estudiadas corresponden a una caliza grisácea, brechificada, cuyos fragmentos están reunidos por los sulfuros y la pecliblanda; ésta ligada genéticamente a los carburanos anisótropos de origen hidrotermal.

El yacimiento de Cazorla corresponde a un filón epitermal. El emplazamiento tuvo lugar según una fractura de edad alpina, que afectó al conjunto de terrenos mesozoicos en dirección NE.

Los indicios cupríferos y uraníferos se localizan exclusivamente en el Triás inferior calcoarenoso y desaparecen completamente en los terrenos geológicamente vecinos. - F. M. M

ARRIBAS, A.: *Mineralogía y metalogía de los yacimientos españoles de uranio: Santa Elena (Jaén)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.» (G), 60, 1962, págs. 243-251.

El uranio está contenido en los circones de unas cuarcitas radiactivas que se encuentran en numerosos puntos de la zona comprendida entre las localidades de Aldeaquemada y Santa Elena, en la provincia de Jaén, y Almuradiel y proximidades de Almagro, en la provincia de Ciudad Real.

La roca mineralizada corresponde a una cuarcita titanocirconífera, formada como consecuencia del metamorfismo en las facies de las pizarras verdes, de un sedimento arenoso ordoviciense plegado durante la orogénesis hercínica.

El contenido medio de U_3O_8 , deducido de los análisis químicos efectuados sobre muestras tomadas en diferentes afloramientos es solamente de 0,060 por 100, pero las reservas son muy grandes. No obstante, la extracción del uranio contenido en los circones sería muy costosa, y el sedimento resulta, por ahora, inexplorable.—F. M. M.

ESPELEOLOGIA

ARAMBURU, y NOLTE E: *Algunos de los nuevos yacimientos prehistóricos*. «Publicaciones Dip. de Vizcaya», 1963, 55 págs. y 7 láms.

En esta publicación se da cuenta de algunos nuevos yacimientos prehistóricos descubiertos en la provincia de Vizcaya y se pone al día el Catálogo General de los mismos con la inclusión de la fauna cavernícola.

Los nuevos yacimientos citados en la obra, son: Arlampe, Araena, Arnotxe, Guerrandijo, Biurrutxugane, Galo, Kobaderra, Axpe, Pepetxo, Kobeaga I y Kobeaga II.

Son 46 las citas del catálogo general de yacimientos prehistóricos.

Figura también un índice de las cuevas prehistóricas por orden alfabético de los Ayuntamientos y de los nombres de las cuevas.

La bibliografía consta de 127 citas.—I. DE A.

GEOLOGIA

DÜRR, STEFAN; HOEPPENER, ROLF; HOPPE, PETER y KOCHEL, FRANZ: *Géologie des montagnes entre le rio Guadalhorce et le Campo de Gibraltar (Espagne Méridionales)*. Livre mémoire Pf. Fallot, T. I. «Mem. Soc. Géol. de France», págs. 205-227, 1960-62.

El Paleozoico bético ha sufrido los plegamientos hercínicos; sin embargo, aceptando los resultados de J. P. Copponex (1959) en las Alpujarras, se pretende dar un avance sobre la idea de una sedimentación continua, sobre todo peltica, del Paleozoico superior al Permo-Triás inferior en la zona de Casares. Durante el Triás medio y superior, el eje de este tipo de geosinclinales se encuentra claramente representado por la zona de las Nieves (y tal vez sus anejas: las partes septentrionales de la zona de Casares). Dos surcos con sedimentación de calizas en bancos (zona de las Nieves, regiones de Cañete y Tablón), se individualizan en el Lias y se separan por un paso caracterizado por una serie reducida de facies clara (zona de Ronda).

En seguida comienza la orogénesis al S.; al principio con un esfuerzo tectónico (plegamiento? metamorfismo), afecta la zona de Casares y en una pequeña medida, la zona de las

Nieves; el Paleozoico bético avanza hacia el NW y la brecha de la Nava se sedimenta; después, la zona de Casares está incorporada a la Bética; finalmente, la zona de las Nieves está cabalgada y, al S., aún más metamorfozada.

La zona de Ronda no está influenciada más que muy ligeramente por estos acontecimientos, tal vez los movimientos de las masas han sido producidos en medios submarinos; y la cubierta caliza del ante-pais ha podido desplazarse hacia el N. sobre su substrato móvil, poniéndose así al abrigo de los efectos de la tectogénesis. En las regiones septentrionales, el Triás ha comenzado a jugar por su propia cuenta, sin duda bajo el impulso tectónico dado por el S.

Los movimientos causan la formación de brechas y arrastran el depósito del Cretáceo directamente sobre el Triás al N. y sobre el Paleozoico al S.; las condiciones oceanográficas especiales (¿corrientes?), explican la ausencia de sedimentos durante varios pisos en la zona de Ronda.

El régimen calizo-margoso cambia bastante bruscamente en el Eoceno. En los depósitos de Flysch, las estructuras actuales aparecen más claramente que antes. Después del depósito de Flysch en la parte oriental de la región del estudio, sólo se manifiestan los plegamientos y los cabalgamientos locales sin mayor importancia, mientras que en el SW, la unidad de las Nieves y la Bética avanzan ampliamente.

La orogénesis termina antes del Burdigaliense: la molasa no ha sido afectada más que por los movimientos tardíos al SW, de Ronda y los ahondamientos, debido a la disolución de sales, en las regiones septentrionales.

Los autores ven, desde el punto de vista estructural, el sector Sur-Este, del Chorro hasta Casares, dominado por los movimientos horizontales de gran envergadura. Los plegamientos, escamaciones y cabalgamientos indican un fuerte empuje hacia el NW. Aparentemente los movimientos alpinos comenzaron durante el Jurásico medio, de esta época datan por consiguiente los bosquejos de la formación estructural y el metamorfismo. Los acarreo de edad posterior al flysch no son verdaderamente importantes más que al SW.

La evolución particular del sector noroeste, de Olvera a Pruna, parece explicarse sobre todo por las propiedades mecánicas del Triás holocristalino y por los movimientos que le son imputables.

Entre los dos extremos se encuentra la región de Ronda-Grazalema-Cañete con su asociación de estructuras caracterizadas, tanto por la compresión de los pliegues y por las escamaciones, como por las distensiones locales debidas al juego del material móvil del Triás.

Evidentemente, las concepciones clásicas sobre los edificios llamados «alpinos» no pueden ser aplicadas aquí, puesto que lo aprueba ya el estrato de Triás salino y la orogénesis jurásica con sus consecuencias.

A pesar de lo anteriormente expuesto, aún estamos lejos de conocer a fondo el carácter particular de las Cordilleras Béticas.—F. M. M.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. y ASENSIO AMOR, I.: *Datos referentes a los arrastres sólidos fluviales de la cuenca alta del río Montoro*.

Se han realizado una serie de observaciones, fundadas sobre métodos de análisis estadísticos, que permiten interpretar algunos fenómenos relacionados con la dinámica fluvial en los ríos Montoro y Tablillas.

La red fluvial actual del amplio valle de Alcuñá, en sus derrames hacia el Guadalquivir, ha excavado sus valles y cauces por acción erosiva remontante, efectuada en amplia su-

perficie topográfica, situada como media a 750-800 metros de altitud. El rebajamiento por excavación en los valles principales es de un valor medio de 250 a 300 metros.

En tal red fluvial y, especialmente en los valles del Montoro y de su afluente el Tablillas, el proceso erosivo está muy avanzado; debido a ello, sus valles ofrecen pendiente media poco acusada de 4.90 a 3.10, respectivamente por 1.000.

La masa de aluviones depositada en los cauces, arenales y graveras, es relativamente abundante, ocupando zonas bastantes extensas. Se trata siempre de masas superficiales que cubren el pizarral y sólo accidental y muy localmente pueden alcanzar espesores algo superiores a los dos o tres metros.

El régimen fluvial de estos ríos es acusadamente torrencial, siendo el estiaje largo y absoluto, y las avenidas accidentales, violentas y repentinas, pero de escasa duración, a lo sumo unas horas. En estos casos es cuando tiene lugar la verdadera remoción de las masas de aluviones.

Para evitar en lo posible turbios y arrastres de aluviones finos, sería conveniente proteger los embalses mediante una zona suficientemente amplia, en la que no se labrara, quedando el suelo protegido por el matorral, la pradera xerofítica y el arbolado. También sería conveniente llevar a cabo una repoblación de matorral y arboleda en las zonas de cabecera en estos ríos.

El establecimiento de «estaciones» de toma de muestras desde la cabecera del Montoro y del Tablillas y algún afluente principal hasta aguas abajo de su confluencia, permitirían la localización de fenómenos de erosión y transporte en la relación con la topografía de la región, fijación de lechos menores y mayores, tanto ordinarios o estacionales como excepcionales, cobertera vegetal, etc.; el estudio granulométrico del material nos informará del arrastre y depósito del aluvión antes y después de las crecidas. Finalmente, la composición petrográfica a través de su espectro indicará el origen de las fracciones detríticas.

De la aplicación de estos métodos, se obtienen consideraciones muy interesantes en relación con el estudio de arrastres sólidos en cuencas fluviales y particularmente, en relación con el aporte de sedimentos, que poco a poco va rellenando los embalses.—F. M. M.

RADIG, F.: *Ordovizium Silurium und die Frage prävariszischer Faltungen in Nordspanien*. «Geologischen Rundschau», 52, págs. 346-357.

La sedimentación del Ordoviciense y del Siluriano acusan en el norte de la Península ibérica unas tendencias características. Así los perfiles que se presentan completos en la región occidental presentan lagunas hacia el Oriente, sin que se puedan apreciar discordancias angulares. El hiato que constituye el lapso de tiempo entre el Llandeilenense y el Valentiense, es debido a la elevación epirogénica de un bloque, asíntico al parecer, que deja sentir su influjo en el desarrollo de la facies y de la potencia. Las estructuras variscas forman arcos alrededor del Macizo Cantábrico, que durante el Devoniano y el Carbonífero han sufrido un fuerte movimiento de asiento.—L. F.

MITCHELL, B. D.: *Genèse et synthèse des argiles*. «Coll. Intern. du Cen. Natio. de la Recher. Scientif.», núm. 105, Paris, 1962.

El estudio de la génesis de los minerales arcillosos y su distribución en función de la formación del suelo del SE. de Escocia, demuestran que la roca madre, el relieve, el clima y la materia viva en presencia, tienen efectos individuales y combinados importantes. Así un contenido elevado en minerales del grupo de la caolinita puede ser enlazado por la ac-

tividad de los materiales originales (roca madre) y con la cinética de la infiltración. En la transición entre arcillas no hinchadas y arcillas hinchadas influyen el drenaje del suelo y la naturaleza de los cationes disponibles. El contenido en materia orgánica, la permeabilidad de la roca madre y la actividad microbiana son estrechamente asociados con la aparición de arcillas amorfas.—L. F.

GIDON, P.: *Courants magmatiques et évolution des continents. L'hypothèse d'une érosion sous-crustale*. Colección «Evolution des sciences», Masson et Cie. Paris, 156 págs. y 19 figuras, 1963.

Este interesante manual de la serie «Evolution des sciences» hace el número 19 de la misma y en él se expone una teoría de sumo interés para los que cultivamos las ciencias de nuestro planeta. La existencia de una corriente subcortical, productora de una erosión en la base de los continentes, con arrastre de materiales que se acumulan debajo de los océanos, cerca del límite continental, a la que siguen movimientos verticales de la corteza terrestre, consecuencia de los fenómenos isostáticos.

El autor se ocupó de investigar y estudiar fenómenos, relacionados con las diversas teorías referentes a la génesis de los continentes, no encontrando explicaciones totales de la misma en las anteriormente conocidas. Después de veintitrés años de investigación lanzó en 1957 las ideas fundamentales de la teoría que trata en la obra que reseñamos.

El autor parte de una hipótesis, que como dice, caso de no ser cierta resultaría falsa su teoría; se trata de la existencia de corrientes magmáticas debajo de la corteza terrestre, de ellas, los geofísicos podrán deducir la forma, velocidad y duración.

Comienza la obra con unas consideraciones sobre la estructura interna del globo terrestre en sus relaciones con las teorías orogénicas sucesivas, dando la importancia necesaria a las exposiciones referentes a la isostasia y a las teorías orogénicas en su relación con la fluidez interna del globo. Estudia la hipótesis fundamental de la erosión subcortical, así como la velocidad de esta erosión y la localización y dimensiones de las células convectivas.

Los efectos de las corrientes magmáticas, se consideran desde dos aspectos diferentes, en la base de los continentes y bajo las grandes cuencas oceánicas, teniendo en consideración en cada caso los diferentes temas que se pueden presentar.

En el capítulo dedicado a la orogénesis, después de unas exposiciones generales, la considera como resultado de la transferencia sílica subcortical y en ella trata de tres casos diferentes; orogénesis liminar, orogénesis intercontinental y orogénesis epicontinental.

Termina la obra con unas conclusiones, donde el autor expone respecto a su teoría, los mismos escrúpulos que en la introducción y con una bibliografía del tema con 37 citas.

La obra, al alcance de todos los lectores, es de lectura aconsejable para los geofísicos puros y para los geólogos.—L. DE A.

PARGA PONDAL, ISIDRO: *Rocas y minerales de interés económico del macizo galaico*. «Trab. Lab. Geol. Lage», núm. 14, febrero 1963.

Comienza el trabajo con un rápido resumen de la geología gallega, pero de gran precisión, al que acompaña un bosquejo 1:2.000.000, con lo cual el lector se puede formar un concepto bastante perfecto.

Hace una historia de la minería gallega y dedica capítulos independientes a la del hierro, cobre, estaño, volframio y titanio. El último capítulo se refiere a la explotación de las rocas.—L. DE A.

GEONUCLEONICA

RICHARDS, J. R.: *Isotopic composition of Australian leads. III. Northwestern Queensland and the Northern Territory. A reconnaissance.* «Geoch. et Cosmoch. Acta», vol. 27, número 3, pág. 217 a 240, 1963.

Determina las abundancias isotópicas del plomo de varias muestras de Australia del Norte, principalmente del Monte Isaa, región de Queensland y Rhum Jungle, en el norte. Ha deducido para Broken Hill N. S. W. 1950 m de a., Monte Isa 1.570 m. de a., y para Rum Jungle, en donde hay algunos plomos con anomalías, 1.520 m. de a. Después de algunas discusiones sobre las causas de error, llega a la conclusión de que la formación de Dugald River tiene la misma edad que la del Monte Isa; y que la contaminación radiogénica de Rum Jungle puede haber ocurrido durante un largo periodo de tiempo, por algún proceso no catastrófico. Cita el caso de la zona MacArthur River, donde el plomo parece evidenciar una edad superior (Proterozoico inferior), que los sedimentos (Proterozoico superior), con los que está asociado singenéticamente.—L. DE A.

HURLEY, P. M.; HUNT, J. M.; PINSON, W. H. y FAIRBAIRN, H. W.: *K-Ar age values on the clay fractions in dated shales.* «Geoch. et Cosmoch. Acta», vol. 27, núm. 3, pag. 279 a 284, 1963.

Para medida de edades, desde el Ordoviciense a los tiempos actuales, por medio de la técnica K-Ar, separan la fracción arcillosa de las conchas. Las muestras son trituradas a menos de 2μ , es separada por disgregación ultrasónica y centrifugación. Las medidas dieron valores de 320 a 390 m. de a. del Ordoviciense al Devoniano del S. de Nueva York, alrededor de 180 m. de a. para el Cretáceo medio de Texas, y de 120 a 210 m. de a. para las muestras del Mioceno de Venezuela. Muestras de sedimentos recientes de ría y pelágicos, tienen fracciones de arcilla, con edades con promedios superiores a los 100 m. de a. Estos valores son inferiores en 10-20 por 100 a los correspondientes a muestras paleozoicas y mucho mayores a los correspondientes a edades de muestras recientes.

La interpretación de estos resultados, indican que estas fracciones arcillosas están formadas por mezclas de (a) granos detríticos antiguos con valores viejos de la relación K-Ar y (b) granos autigénicos o epigénicos con valores jóvenes de K-Ar posteriores al tiempo de sedimentación. Esta interpretación, es resultado de varias investigaciones del laboratorio correspondiente de la U. S. A. E. C., sobre relación del tamaño de los granos y diferencias de las edades medias con las reales.—L. DE A.

BURLEY, P. M.; HEEZEN, B. C.; PINSON, W. H. y FAIRBAIRN, H. W.: *K-Ar age values in pelagic sediments of the North Atlantic.* «Geoch. et Cosmochim. Acta», vol. 27, núm. 4, página 393 a 399, abril 1963.

Minerales con potasio de varias localidades del Atlántico del Norte, procedentes de sedimentos pelágicos, dan para las relaciones K-Ar valores de edades de 200-400 m. de a., indicando que gran parte del potasio forma parte estable de la estructura mineral alogénica. El elevado contenido de potasio en la fracción no carbonatada indica que es una parte del mayor componente del sedimento. Fracciones de diferentes tamaños muestran una variación menor en los valores de la edad. Análisis por rayos X y estudios de dataciones en

materiales eolíticos y en los componentes de los esquistos marinos, sugieren que la fase potasio, es preponderantemente menor que en la parte transportada por la región oceánica, con relación a las pizarras marinas de origen continental antiguas no metamorfozadas (principalmente Paleozoico). Las corrientes oceánicas pueden compartir al transporte y mezcla del material. Las diferencias de los valores de edad con la profundidad de núcleo de un dado, sugiere un cambio en la dirección del medio de transporte, o un cambio de procedencia, durante los estados glaciales en el Pleistoceno, que puede ser la base de la correlación estratigráfica. Las diferencias entre los valores de las edades de diferentes regiones pueden servir de base para seguir los movimientos de las corrientes.—L. F.

GEOQUIMICA

HUFFMAN CLAUDE, JR.; LIPP, H. H. y RADER, L. F.: *Spectrophotometric determination of micro quantities of zinc in rocks.* «Geoch. et Cosmoch. Acta», Vol 27, núm. 3, pág. 209 a 215, 1963.

Proponen los autores un tratamiento químico de concentración, para la determinación de microgramos de cinc en rocas. El cinc se absorbe con resina de cambio iónico, con 1,2 M ácido clorhídrico y lavado con 0,01 M. ácido clorhídrico. Una separación dietiliditiocarbonato remueve las trazas de elementos de interferencia en el lavado. El complejo de cinc-dietiliditiocarbonato se extrae con cloroformo en un pH. 8,5 y reextractado de otros elementos en solución de cloroformo con 0,16 M ácido clorhídrico. Se determina posteriormente en el cinc por espectroquímica en el complejo, con la longitud 621 m μ .

Del estudio de la fidelidad de la técnica, en 75 muestras de basalto, con contenidos en Zn de 0,004 a 0,018 por 100, se deducen errores de 6,3 por 100.

CHANTRET, F. y COURTAULT, B.: *Comportement en analyse thermique différentielle de mélanges naturels et artificiels de carbonate de calcium et d'argile.* Informe CEA, núm. 2.262, 1963.

Los autores muestran que el aspecto particular de las curvas de A. T. D. de las margas en el ámbito de la temperatura de 700 a 1.000 °, es debida a reacciones al estado sólido entre la cal libre y la fase arcillosa. Los ensayos sobre mezclas artificiales de diferentes tipos de arcillas y carbonato cálcico confirman estas reacciones.

La correspondencia entre las fases formadas y los picos exotérmicos son difíciles de establecer, porque las constantes cristalográficas de referencia son incompletas. Cualquiera que sea la presencia en cantidad más o menos grande de iones alcalinos y de iones alcalinotérreos pueden modificar sensiblemente la temperatura de los picos; es cierto que la marcha de las curvas de A. T. D. de las muestras naturales y artificiales a base de illita son bastante parecidas.

En lo que concierne a las consecuencias prácticas de este estudio sobre el plan analítico, la verificación de las muestras por termogravimetría es necesario, a fin de evitar los errores de interpretación de las curvas. A. T. D. de las margas. Si la identificación de la fase arcillosa es la única interesante, queda siempre la solución de destruir el CO_2 Ca por ataque ácido, lo que tiene el peligro, no obstante, de perturbar la marcha de las curvas de A. T. D. de la absorción de los iones Ca^{++} .—L. F.

PAGANELLI, LUIGI: *On rhenium content of molybdenite of Mount Mulat Predazzo and other Italian molybdenites*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», vol. 27, núm. 4, pá. 401 a 404, abril, 1963.

Valora colorimétricamente el renio en algunas molibdenitas italianas. Hace la observación de la posibilidad de relacionar el contenido en renio con la temperatura de formación del depósito. Los valores encontrados varían de 10 a 1.400 p. p. m.—L. F.

KAPLAN, I. R.; EMERY, K. O. y RITTENBER, S. C.: *The distribution and isotopic abundance of sulphur in recent marine sediments off southern California*. «Geochim. Cosmochim. Acta», vol. 27, núm. 4, pág. 297 a 331, abril, 1963.

El análisis de los compuestos de azufre en las cuencas sedimentarias del sur de California, indican que el elemento azufre, sulfhidrico libre, sulfato y pirita, están presentes en cantidades que varían con el medio y profundidad de los sedimentos. La pirita es la forma generalmente más abundante; frecuentemente constituye el 90 por 100 del total de los sulfuros, tanto en los sedimentos de oxidación como en los de reducción. Un balance del material indican que el azufre total contenido es muy superior al azufre de los sulfatos contenidos en el agua intersticial.

Las mediciones isotópicas, confirman muchas de las conclusiones sugeridas por el análisis químico cuantitativo. Muestra que la reducción biológica del sulfato, es el proceso singular más importante en el ciclo del azufre. El sulfhidrico desprendido se convierte en hidrotroilita y ésta en pirita. El azufre elemental de origen orgánico, parece estar continuamente formándose y reaccionado en la columna sedimentaria. El azufre orgánico desprendido por descomposición de la materia orgánica, aparentemente sólo juega un pequeño papel en la economía del azufre. El enriquecimiento en S³² del 9 al 62 por 1.000 medido en fragmentos de pirita, es del mismo orden que el observado en los sedimentos antiguos.

Datos de campo y de experimentos de laboratorio se han combinado para determinar el proceso de reducción del sulfato, importancia de la reducción bacteriana del sulfato y la proporción de materia orgánica descompuesta durante la reducción de sulfatos en los sedimentos, los cuales son concordantes con la renovación de agua en la cuenca. Los resultados sugieren que los métodos usados pueden ser aplicados para elucidar *in situ* el valor de los procesos.—L. F.

BATE, GEORGE, L.; y HUIZENGA, J. R.: *Abundance of ruthenium, osmium and uranium in some and terrestrial sources*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», vol. 27, núm. 4, pág. 345 a 360, abril, 1963.

La determinación por activación neutrónica del rutenio y el osmio en diez condritas, dieron unos valores medios de 0,89 por 10⁻⁶ para el Ru y de 0,91 por 10⁻⁶ para el Os. Estos valores para la concentración cósmica (por 10⁶ átomos de Si.) son de 1,3 para el Ru y de 0,73 para el Os. Los promedios citados incluyen las concentraciones de Ru y Os de las condritas carbonosas con valores inferiores, descendiendo la concentración para las condritas no carbonosas.

La variación de la concentración del Ru Os de 0,6 por 10⁻⁶ a 1,4 por 10⁻⁶ refleja no sólo la proporción variable del metal en la condrita, sino también la variación de las con-

centraciones de Ru y Os en las fases metálicas. Análisis por separado de las fases metálica y silicea de dos condritas muestran un enriquecimiento marcado de Ru y Os en la fase metal, y qué proporciones significativas de los mismos están presentes en la fase silicea. Las concentraciones de Ru y Os en la troilita del Cañón del Colorado, presentan dificultades de atribución del Ru y el Os a la fase silicea de la condrita o a inclusiones sulfurosas.

La relación isotópica Os 148/Os 190 en meteoritos está concordante con la del osmio terrestre en menos del 1 por 100, que es del orden de los errores experimentales. La incertidumbre experimental en la determinación de Ru 96/Ru 102 es mayor, y como consecuencia la concordancia de Ru 96/Ru 102 en muestras terrestres y meteoríticas no puede establecerse en menos del 2-3 por 100. Con estos límites de precisión, no hay conclusiones que evidencien la anomalía isotópica en la composición del Ru y del Os en las muestras analizadas en el trabajo que comentamos.

En las muestras en que la concentración del uranio sea del mismo orden que la del rutenio, las correcciones necesarias para considerar el rutenio como producto de escisión permiten incidentalmente la medida del uranio presente. Dos acondritas, una tectita y varias muestras terrestres, dan para la concentración de rutenio y osmio de 2-3 órdenes de magnitud inferior de las condritas, con evidencia de un marcado agotamiento de estos elementos en la materia diferencial silicatada.—L. F.

MINERALOGIA

SÁINZ-AMOR, E. y AMORÓS, J. L.: *Composición mineralogógica de las arenas de la Ría de Vigo*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.» (G), 60 (1962), págs. 177-194.

El fin de este trabajo es hacer un análisis mineralógico de las arenas de la Ría de Vigo. Se estudia primeramente el color de las arenas, donde se distinguen dos tipos principales: unas grises o blanco grisácea, y otras amarillas de grano mucho mayor.

Para la marcha analítica se separan la fracción ligera, pesada y magnética, haciendo estudio por separado. Se dan dos cuadros en los que se indica la frecuencia de los minerales magnéticos y pesados para distintas localidades.

El trabajo finaliza con unos apartados que se dedican a selección mecánica, desgasto de los minerales, minerales que se presentan alterados y condiciones de carácter general.—F. M. M.

AMORÓS, J. L. y PASCUAL, M. T.: *Superficies de cristales. III. Superficies de crecimiento y fractura en la pirita*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.» (G) (1962), págs. 213-227.

Se estudia en las superficies limpias de cristales naturales de pirita las formas de crecimiento de caras de cubo (100), octaedro (111) y piritoedro (210), que son las responsables de la formación de los peldaños de crecimiento que dan la apariencia estriada a estos cristales.

También son estudiadas las fracturas y particiones de la pirita que determinan características distintivas en determinados cristales.—F. M. M.

MINERIA

BOGERT, JOHN, R.: *Sunshine's Cleaner Mining Raises Silver Ore Grade to Mill*. «World Mining», tomo XVI, núm. 4, pág. 34-37.

La «Sunshine Mining Company» del distrito Coeur de Alene, ha modernizado las instalaciones subterráneas de la mayor mina de plata de los Estados Unidos de Norteamérica. Los nuevos equipos incluyen el arrastre de la carga mediante un tren, vagonetas más grandes y un original modelo de perforadora, los nuevos métodos de explotación de arranque lateral con explosivos, el uso de relleno hidráulico con estériles y nuevas técnicas para sustentar los terrenos pesados. La Compañía ha instalado también un nuevo sistema de energía, un nuevo sistema de aire comprimido y además está utilizando en mayor escala como explosivo una mezcla de fuel-oil-nitrato de amonio.—L. DE A.

KEUL, RICHARD y SAUREWALD, LUDGER: *Development of miner's electrical cap lamps and batteries in Germany*. «World Mining», tomo XVI, núm. 4, págs. 39-41, abril 1963.

Actualmente en Alemania las Compañías mineras han implantado la costumbre de alquilar las lámparas mineras a sus fabricantes. En el contrato figura que tanto la reparación como el mantenimiento de las mismas están a cargo de sus fabricantes, de manera tal que deben conseguir un mínimo de luminosidad. Para cargar las baterías se usa una unidad de carga de voltaje constante autorregulado. El acumulador es de tipo alcalino Níquel-Cadmio, con un electrolito potásico. Los electrodos son láminas aglomeradas. Las láminas son fuertes y tienen una larga duración y dan una cantidad de luz equivalente a cinco o seis veces las corrientes de baterías tipo plomo-ácido.—L. F.

HORMANDER, OLOF: *Swedish mining and metallurgical skill develops low grade uranium*. «World Mining», págs. 28 a 31, marzo 1963.

En la Montaña Bellingén, Suecia Central, será explotado un estrato horizontal, con un espesor de 3,40 metros, de esquistos con intercalaciones de lentejones de caliza uranífera, que contienen 340 gramos de U_3O_8 por tonelada. Se está planeando la mina y fábrica para recuperar 140 toneladas anuales con un concentrado del 80 por 100 de U_3O_8 . Inicialmente se trabajaría a «cielo abierto» con una draga para arrancar la mena. Posteriormente será desarrollado el método de trabajo subterráneo de cámaras y pilares. La caliza en la mena será concentrada y tratada con ácido sulfúrico para solubilizar el uranio. Este será aislado de la solución mediante un intercambio iónico. El arranque de la mena será hecha por la mayor draga de Suecia, con un balde de 12 m³. La construcción de la planta está programada para su total funcionamiento en 1965.—L. DE A.

KOCHANOWSKI, B. J.: *United States open pit mining methods compared to European*. «Woll. Mining», págs. 32 a 35, marzo 1963.

Cada año, en los Estados Unidos, en las canteras a cielo abierto, se arrancan cerca de 1.500.000.000 de toneladas. A pesar de los altos jornales y costosos equipos, este enorme tonelaje es perforado, arrancado, cargado y transportado a un costo solamente posible por el uso de los últimos y más avanzados métodos tecnológicos. Esto incluye nuevas técnicas de perforación, para el arranque, el uso de explosivos a base de nitrato de amonio y fuel oil y el uso de los mayores equipos de movimiento de tierra del mundo.—L. DE A.

PALINOLOGÍA

MÉDUS, JACQUES y HONN, HENRI: *Premiers résultats d'analyses polliniques à Puentes de García Rodríguez (province de Galice, Espagne), et conclusions geomorfologiques qui en découlent*. «C. R. Acad. Sc.», CCLVI, págs. 1.570 a 72, 11 febrero 1963.

Esta es la tercera publicación del autor sobre Galicia. La primera se refiere a los depósitos de la rasa cantábrica en su parte occidental, comprende desde Arnáo al oriente del Eo, hasta el Puerto de Burela. La segunda tiene por tema la formación periglacial, situada cinco kilómetros al oeste de Guitiriz.

El trabajo publicado ahora, que forma parte de uno general en curso correspondiente a las diversas formaciones ligníferas de Galicia, les asigna una flora de fin del Mioceno y espera el autor cuando tenga terminada su investigación reconstruir la historia de geomorfología gallega.

Concretándose a los estudios terminados, aprecia la posibilidad de dos interpretaciones. 1.ª Una flora tortoniense influida fuertemente por una posición geográfica que la singulariza, con relación a sus contemporáneas de la Europa continental, por la rareza, o carencia de ciertos elementos (*Pinus t. haploxyloides*, *Fagus*, *Nyssa*, *Carya*, *Petrocarya*) y presencia de *Caparidáceas*, o la mayor abundancia de *Sapotáceas*. 2.ª Una flora tortoniense, en la cual las influencias continentales amortiguadas han provocado una brusca pero fugaz pululación de elementos indígenas más particularizados y no el empobrecimiento florístico, bastante generalmente comprobado en Europa en esta época.

La deformación sensible de las capas en sinclorium, le conduce a admitir, que el zócalo de esquistos cristalinos, fue afectado por movimientos pontienses o postpontienses. Las capas fosilíferas onduladas, fueron truncadas subhorizontalmente sobre toda la extensión de la cuenca, mientras que se producía un depósito de cantos gruesos, sometido posteriormente a fenómenos periglaciares. Con estas bases, piensa que después del Pontien (fin del Terciario o primera mitad de Cuaternario) en lugar de producirse un fenómeno de resalte del relieve, con predominio de la erosión lateral y evacuación torrencial, tuvo lugar una alteración química, intensificada bajo la protección vegetal, durante la deposición de los lignitos de Puentes de García Rodríguez.—L. DE A.

GRIMBERT, A. y OBELLIANNE, J. M.: *Essais de prospection géochimique de l'uranium dans le pays aride*. «Informe CEA», núm. 2.219, 1962.

Destacan los autores las desfavorables circunstancias que los países áridos presentan para la prospección geoquímica, debida a la dispersión geoquímica secundaria de los metales. Consideran el análisis de las muestras de sólidos: hierbas, árboles, aluviones y agua. Como consecuencia de la campaña realizada llegan a la conclusión de que los últimos resultados obtenidos les han confirmado el interés de la prospección geoquímica, en condiciones desfavorables como las que se encuentran en el borde de Air. Han mostrado en particular las posibilidades de desmuestre de los depósitos superficiales para la investigación de las mineralizaciones uraníferas bajo la cobertura estéril, y por consiguiente difícilmente detectables por las otras técnicas (geología, radiometría y geofísica). Han permitido establecer instrucciones para los equipos encargados de la prospección del uranio en esta región.

Estos temas están abiertos a los métodos geoquímicos. Por ejemplo, responder a las cuestiones que propone la naturaleza del medio geoquímico de la deposición de las min

ralizaciones y las razones de sus migraciones sucesivas desde su origen hasta el estado en que se encuentra actualmente.

Son necesarias las encuestas preliminares antes de toda aplicación de rutina de técnicas geoquímicas de prospección. La elección del caso de aplicación no se puede hacer en función de criterios teóricos, tanto que los conocimientos fundamentales no pueden aclarar la naturaleza, el papel y el valor de los factores que intervienen en la dispersión geoquímica secundaria de los elementos.

En el Níger, en el borde del Air, una encuesta preliminar ha establecido que el desmuestre de los depósitos superficiales establecidos a 15 cm. de profundidad, pueden ocultar la presencia y mineralizaciones uraníferas esenciales, bajo una veintena de metros de sedimentos arenosos estériles. Para verificar estos resultados, un sondeo realizado sobre una anomalía geoquímica uranífera en el seno de un paleo-suelo, ha encontrado una formación mineralizada de veintiocho metros de profundidad.—L. DE A.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

En este Instituto, fundado en el año 1849, existen laboratorios donde se estudian, analizan y ensayan, rocas, menas, minerales, aguas, combustibles, tierras coloidales y productos metalúrgicos e industriales. También se efectúan determinaciones espectroquímicas, químicas y de constantes físicas, estructuras cristalinas y mediciones de radiactividad, así como separación y concentración de menas por sus diversas técnicas, y ensayos industriales de las mismas.

Tanto para investigación como para fines docentes, se preparan colecciones de ejemplares y también se realizan clasificaciones de rocas, minerales y fósiles.

Los estudios y prospecciones geofísicas se efectúan por métodos eléctricos, sísmicos, magnéticos, gravimétricos y radiactivos.

Se ejecutan estudios e informes geológicos, así como investigaciones de criaderos y asesoramientos para la explotación de los mismos.

Se redactan proyectos de alumbramientos de aguas subterráneas y se proporcionan toda clase de asesoramientos para la ejecución de los mismos.

Con destino a Entidades y particulares se ejecutan toda clase de trabajos relacionados con las especialidades del Instituto.

LISTA DE PRECIOS DE LAS PUBLICACIONES DEL INSTITUTO
GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA PARA PENINSULA IBERICA,
HISPANO-AMERICA, BRASIL Y FILIPINAS

	Ptas.
BOLETINES	
Boletines, cada tomo	200
NOTAS Y COMUNICACIONES	
Notas y Comunicaciones, cada ejemplar hasta el núm. 60	50
Desde el núm. 61	75
MEMORIAS	
GEOFÍSICA	
La Interpretación Geológica de las Mediciones Geofísicas. Tomos 1.º, 2.º 3.º y 4.º, cada uno	250
Idem, id. Tomo 5.º	150
CRADEROS DE HIERRO	
Hierros de Murcia	50
Idem de Asturias	50
Idem de Galicia, cada tomo	50
Idem de Sevilla, Jaén y Córdoba	100
Idem de Almería y Granada	100
Idem de Guadalajara y Teruel	100
VARIOS	
Estudio petrográfico de la Serranía de Ronda	50
Monografía de las melanopsis	50
Conchas bivalvas de agua dulce	50
Memoria del Uranio (agotada)	100
El petróleo	50
Cuenca del Alto Tajo, Alcalá de Henares	50
La cordillera del Rif (dos volúmenes de texto, uno de láminas)	150
Reservas municipales de piritas, cada tomo	100
Reservas mundiales de fosfatos, cada tomo	100
Libro Jubilar (tomos I y II, cada uno)	100

	Ptas.
Las nuevas ediciones del Mapa Geológico de la Península y escala 1:1.000.000 (1952) y 1955) publicadas por el Instituto Geológico y Minero de España	20
El Cretáceo en España	100
Resumen de la Historia geológica de la Tierra	200
Temas Geológicos de Mallorca	250
Introducción al estudio de Petrología Estructural	125
Memoria de Cantillana	80
Estudio Metalogénico de la Sierra de Cartagena	100
Memoria explicativa de Marruecos	100
C. R. XIV Congreso Geol., cada tomo	100
Cordillere Cantabrique	200
Mapa del Hierro, con explicación	30
Mapa del Carbón, con explicación	30
Memorias Generales Anuales	25
Catálogo general de publicaciones	25

GUÍAS GEOLÓGICAS

Estrecho de Gibraltar	50
Los platinos de la serranía de Ronda	50
Minas de plomo y cobre Linares-Huelva (francés o inglés)	50
Sierra Morena-Sierra Nevada	50
Terciario continental de Burgos	50
Minas de Almadén (francés)	50
Isla de Mallorca	50
Sierra de Guadarrama	50
Aranjuez	50
Asturias (sólo en francés)	50
Sierra Morena-Llanura Bética	50
Despeñaperros	50
Guía geológica del ferrocarril Madrid-Sevilla	50
Idem, id. Madrid-Irún	50

BOLETINES DE SONDEOS

Tomo 1.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Cada fascículo	50
Tomo 2.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Idem	50
Tomo 3.º (fasc. 1.º)	50

MAPA GEOLOGICO

CARTOGRAFÍA	
Guía y Mapa Carbón 1:2.500.000	30
Idem id. Hierro 1:2.500.000	30
Mapa Geológico de España 1:2.500.000	80
Mapa Geológico de España, escala 1:1.500.000 (entelado)	100

	Ptas.
Idem <i>id.</i> , a 1:1.000.000 (cuatro hojas) 1955	250
Mapa Minero de España (excluidos hierro y carbón) a escala 1:1.000.000	130
Idem <i>id.</i> , hojas sueltas, cada hoja	100
Idem <i>id.</i> , escala 1:1:400.000 (cada hoja)	20
Idem <i>id.</i> , nueva edición (cada hoja)	40
Mapa provincial de Barcelona, Cádiz, Huesca y Lérida, escala 1:200.000, cada uno ...	100
Hojas del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000	30
Atlas estratigráfico de la cuenca hullera asturiana	100
Mapa de Guinea, escala 1:400.000	25
Mapa Manantiales Medicinales a 1:1.500.000	50
Mapa Vulcanológico 1:1.000.000	30
Mapa del Sahara 1:1.500.000	100
Mapa Sismotectónico de la Península Ibérica a 1:2.500.000	75
Mapa provincial de Cádiz a escala 1:1.000.000	200
Mapa Topográfico de Asturias de Schultz	100
Mapa de Marruecos a 1:400.000	100
Mapa Geológico 1:4.500.000	25
Hojas de Marruecos a escala 1:50.000 (cada hoja)	30

MEMORIAS.

Explicación Mapa 1:1.000.000, tomos I y II (cada tomo)	100
Explicación del Mapa Geológico de España a escala 1:400.000, cada tomo	50
Memorias provinciales de Huesca y Lérida, cada una	100
Memorias del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000	50
Datos para el estudio de las Hojas del Mapa Geológico 1:50.000, Gijón-Oviedo ...	50
Memorias del Mapa Geológico de Marruecos a escala 1:50.000	50

Estas publicaciones se manda a provincias, contra reembolso de su importe.

Para las Librerías.—Los pedidos hechos por librerías tendrán un 25 por 100 de descuento.

Para los demás países.—Los precios son dobles de los marcados en esta lista.

Relación de depósitos de publicaciones de este Instituto

Barcelona.—Suministros Escolares: Plaza Universidad, 11.

Coruña.—Librería Zincke Hermanos: Cantón Grande, 21.

Madrid.—Librería Geográfica Sucar: Joaquín M.^a López, 68.

Oviedo.—Agencia Editorial Santa Clara: Paseo de Santa Clara, 2.

Palma de Mallorca.—Libros Mallorca: Call, 1.

Santiago de Compostela.—Librería González: Rúa del Villar, 46 52

Tuy (Pontevedra).—Bazar Alberto: Paseo Calvo Sotelo, 25.

Valencia.—Librería Maragat: Plaza del Caudillo, 22.

Zaragoza.—Librería General: Independencia, 8.

INDICE

	PÁGS.
Mineralogía y metalogénia de los yacimientos españoles de uranio. Valderrascón (Alburquerque), por A. ARRIBAS	5
Mineralogía y metalogénia de los yacimientos españoles de uranio. «Valdemascaño» (Lumbrales, Salamanca), por A. ARRIBAS	25
Mineralogía y metalogénia de los yacimientos españoles de uranio. Monesterio (Badajoz), por A. ARRIBAS	47
Hallazgo en España del más primitivo hipopótamo fósil conocido hasta la actualidad, por M. CRUSAFONT, HNO. R. ADROVER Y JUANA M. GOLPE	71
Nuevas aportaciones paleobiogeográficas de la Paleomastología española, por M. CRUSAFONT PAIRÓ	81
Les Rotules du Sahara espagnol, por J. ROMÁN	103
Nota sobre el hallazgo de fósiles silurianos en la Sierra de las Estancias, Hoja 974 (Vélez Rubio), por JAVIER RICART Y JULIO SÁNCHEZ-PAUS	123
A new stratigraphic interpretation of Palaeozoic sections in the region between San Isidro Pass and Tarna Pass (province of León, Spain), por H. A. VAN ADRICHEM BOOGAERT, A. BREIMER, TH. F. KRANS and N. SJERP	131
Los semiconductores como detectores de radiaciones, por JOSÉ SUÁREZ FEITO	137
Relación de las principales actividades para investigación de hidrocarburos, llevadas a cabo en España durante 1962, por J. M. ^a RÍOS	147
La geología murciana, por AGUSTÍN NAVARRO Y EMILIO TRIGUEROS	201
Estudio geológico del borde oriental de la Sierra Espuña (Murcia), por AGUSTÍN NAVARRO ALVARGONZÁLEZ Y EMILIO TRIGUEROS MOLINA	205
Estudio geológico de un área de Vera, Cuevas de Almanzora y Mojácar (Almería), por EMILIO TRIGUEROS MOLINA Y AGUSTÍN NAVARRO ALVARGONZÁLEZ	211
Contribución al conocimiento de la fauna ictiológica fósil de España, por J. BAUZA, I. QUINTERO Y J. DE LA REVILLA	217
Geología bíblica, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.	275
Actividades de los Laboratorios del Instituto Geológico y Minero	291
Noticias	293
Datos estadísticos	295
Cotizaciones y Comercio	301
Criaderos	303
Novedades industriales y científicas	305
Congresos y reuniones	310
Reservas mineras	316
Notas bibliográficas	319
Criaderos	321

	PÁGS.
Espeleología	322
Geología	322
Geonucleónica	326
Geoquímica	327
Mineralogía	329
Minería	330
Palinología	331
Instituto Geológico y Minero de España	333