

+ 5/16-2-2

NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Sumario

✕ El problema del uranio, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.—
Pág. 3.

✕ Notas sobre Alveolinas españolas, por G. COLOM.—Pág. 17.

✕ Sobre la edad de los conglomerados terciarios del borde
Norte de las Sierras de la Demanda y de Cameros, por
ORIOI RIBA.—Pág. 39.

✕ Geología del valle superior del río Eresma (Sierra de Gua-
darrama), por J. M.ª FÚSTER y F. DE PEDRO.—Pág. 51.

✕ Aplicación del método de clasificación y nomenclatura de
las rocas volcánicas, propuesto por A. Ritmann, a las
rocas volcánicas de España, por M. SAN MIGUEL DE LA
CÁMARA y LUIS C. GARCÍA DE FIGUEROLA.—Pág. 83.

✕ Perspectivas petrolíferas mundiales, desde un punto de vis-
ta geológico, por HOLLIS D. HEDBERG.—Pág. 105.

Noticias.—Pág. 133.

Notas informativas.—Pág. 145.

Notas bibliográficas: Criaderos, pág. 151.—Geografía fisi-
ca, pág. 151.—Nucleónica, pág. 155.—Paleontología, pá-
gina 161.

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

DE

ESPAÑA

NÚMERO 39

MADRID

C. BERMEJO, IMPRESOR
GARCIA MORATO, 122. TELEF. 33-06-19

1955

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.

ES PROPIEDAD

Queda hecho el depósito que marca la Ley.
=====

× El problema del uranio

P O R

ANTONIO DUE ROJO, S. I.

ANTONIO DUE ROJO, S. I.
Director del Observatorio de Cartuja (Granada)

EL PROBLEMA DEL URANIO

Sobradamente conocida es la trascendencia de las reservas mundiales de materiales *fisionables*, así en el orden estratégico como en el económico; así en el momento presente como en las perspectivas futuras cuando lleguen a agotarse otras fuentes de energía. El problema se plantea en estos sencillos términos: hay uranio por doquier, contenido en casi un centenar de especies minerales diferentes y hasta en las aguas del mar; pero ¿dónde lo hay en concentración *suficiente* para que valga la pena explotarlo?, y ¿qué criterio ha de fijarse para apreciar esa suficiencia? La segunda respuesta depende del progreso técnico en la explotación y tratamiento del mineral, y es, sin duda, la más interesante en la actualidad, aunque por razones obvias no sea mucho lo que sobre ella ha trascendido al público. En esta reseña recogeremos algunos datos recientes acerca del asunto.

GEOGRAFÍA DEL URANIO

Uranio eurasiático.—Desde el siglo xv se han explotado las minas de Joachimsthal, Erzgebirge, principalmente por causa de la plata; cuando a mediados del siglo pasado se

descubrió el uranio, se comenzó a extraer para emplearlo en la pigmentación del vidrio y la porcelana, hasta que en 1898 fué aislado el radio de la peblenda, una de las variedades de la uraninita ($U_3 O_8$), con lo que la actividad minera se incrementó allí notablemente; las venas de óxido de uranio presentaban un grosor variable, entre un par de centímetros y varios decímetros, mezcladas con plata, cobalto, níquel y bismuto; hasta 1940 se calculaba haberse extraído unas 690 toneladas del óxido neto, pero desde esa fecha no se han publicado cifras, aunque consta el incremento cada vez mayor de producción.

Igualmente se ignora lo producido en otro yacimiento de Bulgaria, del que se afirma estar más a flor de tierra que el anterior, y en los de la U. R. S. S., que parecen estar situados en un desierto entre el lago Balkash y la frontera de Afganistán. Informes de Prensa aseguran que unos 3.000 geólogos soviéticos se dedican a la prospección del uranio en diversos lugares del vasto territorio; que el número de mineros ocupados en la extracción es de varios centenares de miles; que sólo en Alemania Oriental se hacen trabajos de prospección o explotación en 230 lugares, etcétera (4).

De otra índole es la noticia publicada a mediados de 1950 por el «New York Times», según datos del «Daily Mail» de Londres: el joven geólogo Ian Ford, recién graduado en Bristol, analizando las aguas termales de Roman Baths, cercanas a dicha ciudad, creía haber descubierto una vena de uranio de unos 20 kilómetros de longitud, que se extiende bajo los distritos de Bath y Bristol; calculaba su contenido en unas cien mil toneladas de mineral uranífero y parecían favorecer su teoría los técnicos de la estación atómica inglesa de Harwell. El que no se haya tenido con-

firación posterior puede haberse debido a un resultado negativo de la exploración, a que no han podido ser superadas las dificultades prácticas o a la prudente reserva que se haya guardado sobre ello.

Las minas del Congo Belga y del Canadá.—Según declaraba el mismo año de 1950 la National Geographic Society de los Estados Unidos, casi la mitad del uranio mundial procede hoy del yacimiento de Shinkolobwe, situado a unos 110 kilómetros al NW. de Elisabethville, donde además se benefician minerales de cobre, cobalto y estaño, además del diamante industrial; la descubrió en 1915 el comandante Sharp en un terreno de rocas precámbricas, puestas al descubierto por una inversión de estratos: los datos relativos a reservas y explotación son del dominio público.

También los yacimientos del Canadá están en terrenos precámbricos, pero éstos no han aflorado a consecuencia de convulsiones violentas, sino simplemente han quedado al descubierto por la erosión de los sedimentos superpuestos. Entre numerosos lagos del Escudo Canadiense se extienden llanuras *planchadas* por los hielos que antes las cubrían y surcadas por fallas, donde se encuentra el uranio; el actual Eldorado lo descubrió en 1930 en la costa oriental del gran lago Bear, muy poco por debajo del círculo polar, Gilbert La Bine, prospector profesional, que desde el aire reconoció la vena, designada luego con el número 1; posteriormente pudo comprobarse que se extendía por más de un kilómetro y formaba parte de un grupo de cinco. Su distancia al centro ferroviario más próximo, en Alberta, es por el aire de 1.290 kilómetros y por vía marítima 2.220; otras venas han aparecido más al Sur y recientemente en la falla de San Luis; en este último sector se han activado mucho los trabajos desde la segunda gue-

rra mundial y los resultados permiten equipararlo al anterior.

El uranio en los Estados Unidos.—Se encuentra principalmente en la meseta del Colorado, en la región donde se cruzan en ángulo recto los cuatro estados de Colorado, Utah, Arizona y Nuevo México; la superficie total se acerca a los 300.000 kilómetros cuadrados, y aunque no es todavía sino la segunda región uranífera del mundo, creen los geólogos que pronto su rendimiento llegará a superar al del Congo (4). Aunque la Comisión de Energía Atómica (AEC) no publica cifras de producción ni de calidad del mineral extraído, el número de minas denunciadas y ya en explotación crece rápidamente (1951, 300; 1952, 454; 1953, 550...); suelen ser pequeñas, de cinco a diez hectáreas, y se consideran buenas las que contienen unas 50.000 toneladas de mineral; el más frecuente es el vanadato de potasio y uranio (carnotita) y se halla en antiguas areniscas, formadas probablemente en lagos de agua dulce poco profundos, con abundantes troncos y otros residuos vegetales fósiles; un solo tronco de 1,3 metros de diámetro y 30 de largo, donde la carnotita había sustituido a la materia orgánica, dió 105 toneladas, que, al precio de entonces, valió 230.000 dólares. Venas importantes de uraninita han aparecido cerca de Marysvale, Utah, así como también en una mina abandonada de plata en el distrito de Coeur d'Alene, Idaho, en rocas graníticas del Oeste de Montana, y se cree las hay también en formaciones precambrianas al Norte de la península de Michigán. Antes de 1947 se estimaba en 50.000 toneladas el uranio mineralizable del país; hoy, sin duda alguna, esta apreciación queda muy por debajo de la realidad.

LOS LIGNITOS DE BLACK HILLS

Un caso particularmente interesante de yacimiento de uranio es el del Norte de Black Hills, Dakota del Norte y del Sur: laberintos de barrancos y cañones surcan allí un malpaís completamente desolado, extensa planicie cuya monotonía rompen numerosos bancos elevados de 90 a 100 metros sobre el nivel medio, de forma y tamaño muy variados, desde hitos aislados hasta mesetas de varios kilómetros de largo por uno o dos de ancho. Como en el Colorado, aparece aquí el uranio asociado a materiales orgánicos fosilizados; pero la configuración geológica especial de esta región ha llamado poderosamente la atención de los técnicos, así por la abundante reserva de uranio que significa, como por haber dado lugar a teorías de probable utilidad práctica (5); sabido es que conocer el proceso de formación de un mineral equivale frecuentemente a saber dónde se encontrará. En general, el uranio es mineral antiguo, que, disuelto en otros cuerpos, y después de una precipitación química, se abre paso, por grietas o fisuras, hacia niveles superiores, a no ser que una inversión de estratos lo ponga al descubierto, como se hizo notar en la anterior reseña geográfica.

La curiosa afinidad entre el uranio y el carbono fué ya observada por E. L. Berthoud en 1875, y experiencias recientes de laboratorio han demostrado que la turba, el lignito y el carbón subbituminoso son capaces de extraer de una solución de sulfato de uranio más del 98 por 100 del metal. Otras materias orgánicas (madera, fosfato tricálcico...) pueden igualmente absorberlo en un elevado porcentaje. De aquí que al empezar, hacia el fin de la segun-

la guerra mundial, la intensa campaña de prospección fue orientada preferentemente hacia las cuencas carboníferas; y, en efecto, los contadores Geiger revelaron en algunas de ellas prometedoros niveles radiactivos, como éste que ahora nos ocupa.

En Black Hills, sobre una base de rocas ígneas y metamórficas muy antiguas, depositaron los ríos y mares muy diversos sedimentos durante las eras paleozoica y mesozoica; más tarde, hace unos sesenta millones de años, cuando el impulso orogénico puso fin a esta fase marítima, esas llanuras levantadas se convirtieron en vastos pantanos, donde una copiosa flora se desarrolló, murió y acumuló sus restos, dando origen a depósitos de turba; de tiempo en tiempo los pantanos fueron cubiertos por aportaciones fluviales de arenas y arcillas procedentes de las Montañas Rocosas, y a medida que los depósitos de turba quedaban a mayor profundidad se fueron transformando en lignitos, aunque sin llegar al grado más avanzado de fosilización de los carbonos bituminosos o de la antracita. Tras diversas vicisitudes geológicas, que alteraron bastante la disposición primitiva, vino una última aportación, también copiosa, de arenas mezcladas con abundantes cenizas volcánicas, probablemente de los volcanes del Oeste, que la erosión hizo desaparecer en los llanos, pero respetó en las mesetas antes descritas, en cuyos bordes escarpados se ha podido leer gran parte de la historia geológica que acabamos de resumir.

Dos teorías se han propuesto para explicar la presencia del uranio en las capas de lignito: la más sencilla lo supone traído por corrientes de agua desde regiones distantes e incorporado así al agua de los pantanos, de donde lo absorbieron los restos vegetales; la otra, más verosímil

y mejor comprobada (la apoyan Denson, Bachman y Zeller, de la Geological Survey), es la que atribuye el origen del uranio a las arenas volcánicas del nivel superior, de donde las lluvias posteriores la infiltraron de arriba abajo hasta su absorción por las capas carboníferas. Y en efecto, en la parte superior de éstas es más rico el mineral, del que también hay vestigios en las arenas que las cubren, y escasea a medida que se profundiza. Más aún: en otras regiones donde la disposición de los estratos indica una formación semejante se ha encontrado uranio al tomar como guía esta segunda hipótesis.

LA CARRERA DEL URANIO

El acelerado ritmo que en todas partes ha adquirido esta clase de producción minera ha recibido en los Estados Unidos el mismo nombre que se dió en el siglo pasado a la búsqueda febril del oro en California y Alaska (gold rush = uranium rush). La meseta del Colorado, región árida y poco poblada, se ha visto de repente invadida por estos novísimos aventureros, más civilizados y correctos que los de antaño; en poblaciones no muy importantes, como Grand Junction, Colorado, se venden en las ferreterías, juntamente con los hierros de azadas y rastrillos, contadores Geiger y otros aparatos electrónicos; ni faltan los casos pintorescos de ganancias fabulosas y repentinas, que, como siempre, atraen a muchos a esta nueva lotería, ni escasean los aficionados dispuestos a convertir la prospección en deporte, que incluyen un contador Geiger en el equipaje de una excursión campestre: se dice que con uno de estos aparatos despacha su correo Charles A. Steen, uno de los afortunados empresarios de esta industria, a quien

los buscadores se dirigen por escrito con sus propuestas, incluyendo en las cartas muestras del mineral hallado; le hizo rico el descubrimiento de una mina a 20 metros de profundidad en Big Indian Wash, la más abundante de la meseta, a la que puso el nombre español de «Mi Vida»; en 1953 obtuvo dos millones y medio de dólares con la venta de 52.500 toneladas de mineral, y se calculan sus reservas en unos 40 millones. Como era de prever, por los métodos modernos de prospección, hoy no es posible encontrar yacimientos ricos a flor de tierra, por estar ya muy explorado el terreno; pero a cierta profundidad se espera aún hallarlos, si bien las condiciones son cada día más duras y aleatorias.

La actitud del Gobierno, por medio de la AEC, es la de fomentar y ayudar a la iniciativa privada: un equipo especial de prospección aérea recorre todo el área y obtiene así un mapa provisional, que sirve de guía para localizar los sitios donde puedan actuar con buenas probabilidades los técnicos especializados; en los mapas definitivos se indican aun las posibles venas profundas (de 100 a 200 m.); el Estado construye caminos para facilitar el acceso a los yacimientos de importancia, garantiza la compra del mineral de una riqueza mínima (0,1 por 100) y paga seis centavos por tonelada del transporte; a veces dobla los precios cuando la mina es nueva, o sea hasta los primeros 5.000 kilogramos de óxido de uranio obtenidos de ella, a fin de estimular y aliviar los gastos iniciales.

Poderosas empresas privadas, como la Union Carbide and Carbon Corp. y las oficiales, como la misma AEC y la Geological Survey, practican perforaciones del orden de 20 a 200 metros; para 1954 se calculaba, en agosto de ese año, que las hechas por particulares alcanzarían un total de

600.000 metros y las oficiales unos 400.000. Ya se han pagado unos tres millones de dólares en recompensas por descubrimientos, a razón de 175.000 mensuales, y conforme a las declaraciones de Sheldon P. Wimpfen, administrador de la AEC en Grand Junction, la Comisión está realmente satisfecha del favorable eco que hallan en el público sus alientos y facilidades; pero lo mucho así obtenido es aún poco para el *hambre* de uranio que hay en los laboratorios y fábricas de la AEC: se podría dar salida fácil a una cantidad diez o veinte veces mayor que la que se está produciendo.

EL PROBLEMA DEL MINERAL POBRE

Cuando el tanto por ciento de óxido de uranio es inferior al límite antes mencionado (0,1 por 100), se entabla en el orden económico una batalla de precios entre el coste y el provecho; en ella puede intervenir el factor oficial cuando, por necesitarlo a cualquier precio, se encarga de financiar una industria que por sí misma resultaría ruinoso; tal sería el caso de un bloqueo que cerrase los mercados extranjeros de uranio. Más aún: se ha predicho (1) para un futuro no muy remoto, en que las necesidades estratégicas e industriales exijan millares de toneladas anuales de material *fisionable*, que la utilización de menas de grado bajo se impondrá forzosamente, y esto aun prescindiendo del actual derroche de mineral rico; y por otro lado, si se considera la cuestión a la luz de las declaraciones hechas en 1950 por Carrol L. Wilson, uno de los directores generales de la AEC, que afirmaba haberse ya ideado tratamientos prácticos aplicables a esa clase de menas, puede perderse el miedo de que falte tan importante materia prima, aunque el país se vea económicamente aislado.

El mineral pobre abunda mucho en los Estados Unidos, la U. R. S. S. y Suecia; he aquí algunos datos del primero de ellos: Según el Dr. Colin O. Hutton, profesor de Mineralogía en la Universidad de Stanford, en varias playas de California abundan las franjas de arena negra, que contienen torita uranífera: una tonelada de arena da medio kilogramo de torita, con un 7 por 100 de óxido de uranio; el tratamiento es ciertamente laborioso: exige el cribado, selección de partículas con seleccionador electromagnético, centrifugación, etc., hasta obtener torita muy concentrada, monazita y otros subproductos, tales como circonio y cromo. El «Engineering and Mining Journal» trazaba, a principios de 1952, un esquema geográfico en que a más de los yacimientos enumerados figuraban los depósitos de Grants, Nuevo México, en calizas y areniscas; las llamadas calizas de Franklin, en Warren County, Nueva Jersey; las areniscas de Edgemont, en Dakota del Sur; las pizarras de Tennessee y del Kentucky, y la probable existencia de venas importantes en los Apalaches.

Una idea práctica ha surgido para recuperar el uranio como subproducto de otras explotaciones mineras, simplificando así la extracción; por ejemplo, el mineral aurífero de Watersrand, en el África del Sur, contiene, es verdad, muy poco uranio; pero pasan por sus molinos unos 60 millones de toneladas cada año, y algo semejante ocurre con los fosfatos de la Florida, Idaho, Wyoming, etc., y con las pegmatitas, tan frecuentes en los Estados Unidos. Otro plan, mucho más atrevido, propone Harrison Brown, en una obra reciente (2) sobre la posible utilización del más abundante y quizá más pobre de todos los minerales uraníferos: el granito; suele contener un 0,0004 por 100 de uranio y un 0,0012 por 100 de torio; pero, en cambio,

hay reservas para millones de años; he aquí un resumen de sus cálculos: la energía teóricamente disponible en una tonelada de granito, por vía nuclear, es 50 veces la de igual peso de carbón; pero, como prácticamente sólo se obtiene un 15 por 100 y hay que descontar el gasto de energía empleada en la extracción y tratamiento, la cifra 50 se reduce a 7. Aun así, el problema económico no es insoluble; el coste del tratamiento sería de 10 dólares por tonelada de granito y, consiguientemente, de 4.000 por kilogramo de material de fisión; pero como la equivalencia energética de ese kilogramo es de 3.000 toneladas de carbón podría competir con éste, aunque el precio de la tonelada fuese de 1,5 dólares, y en 1946 las centrales térmicas lo pagaban a cinco.

La verdadera dificultad económica no es tan sencilla de resolver como parecen indicar estas cifras; en el fondo de la cuestión está siempre la incógnita e incertidumbre del proceso de transformación de energía atómica en industrial, con las posibles sorpresas desagradables que la energía nuclear podría traer a quienes aventuren su capital en semejante empresa (3). Por otra parte, el gigantesco volumen de ella, tratándose del granito, se comprende bien por estas cifras: siendo el rendimiento probable del orden de 5.000 kw./h. por cada tonelada de material fisionable y exigiendo, además, existencias o *capital previo* en cada fábrica 500 veces mayor que el gasto anual, calcula Brown que para una población mundial de 7.000 millones de habitantes el gasto futuro sería, en carbón, de 70.000 millones de toneladas; en uranio, de 50.000 toneladas, pero con depósito inicial de 10 millones; su equivalencia en granito es, respectivamente, de 20.000 millones, con un capital

previo de 10 billones; es decir, 4.170 kilómetros cúbicos de roca.

Recuérdese, finalmente, que en una central térmica el gasto de carbón representa tan sólo el 20 por 100 del gasto total, y siendo actualmente el suministro eléctrico en los Estados Unidos tan barato, que las centrales pueden darlo a poco más de medio centavo el kw./h., para que semejante plan pueda tomarse en consideración, tendrían que verificarse las siguientes condiciones: carestía o escasez de carbón y otros medios, mejoramiento de las técnicas atómicas en sentido económico y seguridad estable en el funcionamiento de las nuevas centrales; entre tanto, parece prudente esperar.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BLAIN, G. W.: *Bull. Soc Economic Geologists*. Julio, 1950.
- (2) BROWN, H.: *Challenge of Man's Future*. 1954.
- (3) DUE, A.: *Las fuentes de energía del porvenir*. «Raz. y Fe», núm. 637. págs. 172-182 (última página). 1951.
- (4) KERR, P. F.: *The earth uranium*. «Sc. Amer.», v. 184, núm. 5. págs. 17-22, 1951.
- (5) MILLER, R. L. Y GILL, J. R.: *Uranium from coal*. «Sc. Amer.», v. 191, núm. 4. págs. 36-39. 1954.

× Notas sobre Alveolinas españolas

POR

G. COLOM

G. COLOM

NOTAS SOBRE ALVEOLINAS ESPAÑOLAS

El presente trabajo ha sido efectuado sobre la colección de rocas y preparaciones con Alveolinas que posee el *Instituto Geológico y Minero de España*. El material de que he dispuesto, sin ser rico ni variado, era lo suficientemente extenso para darnos una primera impresión sobre las especies más comunes del grupo de las Alveolinas en nuestra patria. A él le he añadido algunos otros datos dispersos que obraban en mi poder desde hace tiempo, como los de Alicante, Arén, Boltaña, etc., tratando de completar con ello citas de especies, localidades y niveles estratigráficos.

Sin embargo, el estudio de las Alveolinas en secciones delgadas suele implicar, en general, el logro de resultados mediocres, pues en la mayoría de los casos, a pesar de la abundancia de los caparzones acumulados en ciertas rocas, su orientación deficiente, alcanzada siempre al azar, resulta del todo ineficaz para beneficiarse con ella de una determinación específica segura. Por tal motivo, bastantes secciones delgadas de rocas no proporcionan ningún dato práctico en muchos casos, aunque las contengan en abundancia, en cuanto se refiere al estudio sistemático de estos grandes foraminíferos. Además, en la actualidad se lucha en el estudio de este grupo con otras dificultades

nada despreciables: en primer lugar, tenemos el estado *caótico*—según frase del profesor Reichel—de la mayor parte de las especies del antiguo género *Alveolina*, y por otro lado, la precisión de las descripciones morfológicas y específicas de los diversos géneros conocidos actualmente y en gran parte creados gracias a las brillantes investigaciones del mencionado profesor suizo. Si se disponen de materiales aislados o de fácil orientación en la obtención de secciones, no cabe duda alguna que los resultados de un estudio sistemático podrán ser excelentes, gracias, precisamente, a las minuciosas descripciones del Dr. Reichel y al orden sistemático que ha ido imponiendo este investigador dentro del gran grupo de las Alveolinas de los antiguos autores. De no procederse de ese modo, y ello no siempre resulta factible, la identificación de las Alveolinas, por el simple examen de las secciones ordinarias, puede llevar más bien a errores y confusiones lamentables. Por tal motivo, y con el fin de evitar de caer en él, tan sólo una porción del material a mi disposición ha podido ser aprovechado con alguna eficacia, llegando a la determinación específica en unos pocos casos y con ello a la fijación segura del nivel geológico.

Nada de esto me hubiese sido dable lograr con la sola posibilidad de mis propios recursos. Por ello quiero agradecer, desde estas líneas, el valioso apoyo recibido del profesor Reichel, de Bâle, a lo largo del examen de todos estos materiales, lo que me ha permitido obtener una mayor seguridad en la interpretación y reconocimiento de las especies y niveles estratigráficos que en estas páginas se mencionan. También quiero expresar mi agradecimiento al conservador de las colecciones paleontológicas del mencionado Instituto Geológico, señor D. José de la Revilla,

por todas las aclaraciones y datos que ha tenido la benevolencia de comunicarme durante el transcurso de este estudio.

De una manera más o menos segura ha sido posible reconocer a las siguientes especies que dispongo en sus respectivos niveles estratigráficos:

Cenomanense:

Prealveolina crctacca (d'Archiac) ssp. *brevis* Reichel. Mem. Soc. Paleont. Suisse, vol. 57, 1936, p. 60, lám. 3, fig. 1; lám. 5, figs. 1-2; lám. 6, fig. 3; lám. 7, fig. 14.

Ypresiense:

Alveolina subpyrenaica Leymerie. Mém. Soc. Géol. France, Ser. 2, vol. 1, 1846, pt. 2, p. 359, lám. 13, fig. 9.

Alveolina subpyrenaica Leym. ssp. *globosa* Leymerie. Mém. Soc. Géol. France, Ser. 2, vol. 1, 1846, pt. 2, p. 359, lám. 13, fig. 10.

Alveolina cf. periloculinoides A. Silvestri-Paleontogr. Italica, vol. 32, Suppl. 4, 1939, p. 22, lám. 12, figs. 5-6, 8.

Alveolina cf. lepida (Schwager) (= *Schwagerina lepida* Schwager) in: F. von Richthofen, Ergeb. Reissen, etc. D. Reimer, 1883, vol. 4, Paläont.-Theil, p. 138, lám. 17, fig. 18; lám. 18, figs. 1, 3-4, 6, 10-14.

Alveolina cf. oblonga d'Orbigny. Ann. Sci. Nat., 1826, Ser. 1, vol. 7, p. 306.

Alveolina primæva Reichel. Mém. Soc. Paleont. Suisse, vol. 57, 1936, p. 88, lám. 9, figs. 4-5; texto, figs. 12-13, 15.

Ypresiense-Luteciense:

Alveolina cf. Schwageri Ch. Rispolli. Paleontogr. Italica, vol. 11, 1905, p. 162, lám. 12, figs. 11-14.

Alveolina cf. milium Ch. Rispolli. Giorn. Sci. Nat. Econom. Palermo, vol. 28, 1911, p. 122.

Luteciense:

Alveolina cf. elongata d'Orbigny. Ann. Sci. Nat., vol. 7, 1828, p. 307, n. 6. Fornasini, Mem. R. Accad. Sci. Ist. Bologna, Ser. 6, vol. 1, 1904, lám. 4, fig. 14.

Alveolina cf. violæ Ch. Rispolli. Paleontogr. Italica, vol. 11, 1905, p. 165, lám. 13, figs. 5-10.

Los conjuntos de Alveolinas y demás microorganismos que les acompañan se presentan del siguiente modo en los diversos yacimientos estudiados:

NIVELES CENOMANENSES

En la localidad de Tartacé (prov. de Burgos), valle de Valdivielso, encuéntrase una asociación de formas cenomanenses. La especie más abundante, por sus contornos ovalados y extremos obtusos, parece estar íntimamente relacionada con la *Prealveolina cretácea* ssp. *brevis* Reichel (Lám. I, figs. 1-2). Con ella aparecen otros caparazones de una *Ovalveolina*, próxima a *O. ovum* (d'Orb.), pero que no ha sido posible determinar específicamente. Hay también restos muy fragmentados de una *Cuneolina*, foraminífero de la familia *Valvulinidae*, frecuente en el Cenomanense español («Estud. Geológ.» núm. 5, 1947). La *P. c.* ssp. *brevis* ha sido citada con anterioridad en el Cenomanense de la región de Montalbán, en la provincia de Teruel, de modo que ahora compruébase su presencia en nuevas localidades situadas más al Norte.

La matriz de esta roca está formada por un cemento calizo impuro, conteniendo bastantes granos de cuarzo angulosos, poco rodados, juntamente con diminutos caparazones de foraminíferos de concha arenácea del grupo de los Textuláridos y también abundantes secciones de Miliólidos diversos, pero inclasificables. Es un depósito litoral.

Otras especies del grupo de la *Prealveolina cretácea* han sido mencionadas de la Península ibérica, como la *P. c. tenuis* Reichel, de Alcántara (Portugal), cerca de Lisboa; es conocida igualmente de Río Chiquito, próximo a Monterio, Mora de Ebro (prov. de Tarragona). *P. c. de-*

bilis Reichel fué descrita sobre materiales procedentes de la localidad de Portalrubio, Montalbán (prov. de Teruel), donde abunda. Pero estas dos últimas subespecies no figuran entre los materiales a mi disposición.

NIVELES YPRESIENSES

Loc. *Villalain* (prov. de Burgos).—Este nivel contiene una abundante acumulación de la *Alveolina* cf. *periloculinoides* Silv. (Lám. IV, fig. 2; Lám. V, figs. 1-2), juntamente con numerosos y diminutos caparazones de Miliólidos y raros Valvulínidos de concha arenácea. La descripción, original de A. Silvestri, de su *A. periloculinoides* está basada sobre ejemplares procedentes del monte Godharre, en el valle de Darrar, en la Somalia septentrional. Con su hallazgo en España revélase la enorme difusión de esta especie a lo largo de la antigua Tetys del Eoceno.

Loc. *Puente sobre el Essera, Olvena* (prov. de Huesca).—Un conjunto a base de la *Alveolina* (*Flosculina*) *globosa* Leym. y pequeñas *Discocyclina* y *Nummulites*, no reconocibles específicamente. En esta localidad son numerosos los restos de equinodermos, muy triturados en el cemento de la roca.

Loc. *Arén* (prov. de Huesca).—De este yacimiento tengo materiales diversos y procedentes, ciertamente, de niveles distintos, aunque dentro de la misma edad.

En la preparación número 11 encuéntrase una asociación de *Alveolina lepida* (Schwager) y *A. (Flosculina) globosa* Leym. Hay igualmente secciones de un *Orbitolites* con gruesas paredes, dando formas intermedias en-

tre los *Opertorbitolites* y *Orbitolites* s. str. No es posible estudiar con precisión estas especies con tan sólo los cortes obtenidos al azar de la preparación.

En otro nivel de Arén, a base de materiales no pertenecientes al Instituto Geológico, aparecen juntamente con *Alveolina subpyrenaica* unos caparazones de una forma muy primitiva, diminuta, particularmente frecuente en los lechos Thanatienses de Francia, pero que ha podido comprobarse que en determinados yacimientos sube hasta el Ypresiense, rico en poblaciones de la *A. subpyrenaica*: es la *Alv. primaeva* Reichel (Lám. II, figs. 4-5), de concha ovalada, reducida, más bien pequeña, con un marcado apelonamiento de cámaras en su primera porción inicial. Se encontró por vez primera en las calizas con Miliolas de la región del Ariège (Francia), pero su extensión vertical es más amplia de lo que se había creído al principio dentro del Eoceno inferior. La primera referencia de esta especie en nuestra patria fué dada en el estudio de los foraminíferos de la zona pirenaica («Estud. Geológ.» número 12, 1950).

Loc. *Pontills* (prov. de Tarragona).—En estas preparaciones aparece la *Alveolina subpyrenaica* Leym., mezclada con la *A. cf. oblonga* d'Orb. y *Orbitolites*.

Loc. *Puigmasana* (prov. de Lérida).—Los lechos repletos de grandes Miliolas del género *Pentellina* contienen una pequeña especie del género *Alveolina*, la *A. lepida* (Schwager (Lám. III, figs. 1-2; Lám. IV, fig. 1) y numerosas secciones de *Opertorbitolites*. Hay también no pocos foraminíferos de concha arenácea, de difícil atribución genérica. Esta asociación es muy densa, dando un sedimento zoógeno muy puro.

NIVELES YPRESIENSES-LUTECIENSES

Loc. *Quintanalacuesta* (prov. de Burgos).—Conjunto bastante rico en Alveolinas, posiblemente existiendo entre ellas la *A. subpyrenaica* Leym., Flosculinas y *Orbitolites*. Bastantes granos de cuarzo en el cemento, rodados unos y otros, los más, con aristas agudas y angulosas.

Loc. *La Gorga Olvena* (prov. de Huesca).—En esta muestra aparece bastante abundante una Alveolina muy próxima a *A. milium* Ch. Rispolli, o posiblemente la misma (Lám. I, figs. 3-4), además de numerosas secciones de *Orbitolites* y *Miliólidos*.

Loc. *Muñero, Sierra de Estadilla* (prov. de Huesca).—Un conjunto a base de la *Alveolina cf. Schwageri* Ch. Rispolli, con Flosculinas, todas muy «rodadas» y reducidas a causa de ello a sus primeras cámaras internas. Hay, además, restos de *Orbitolites*, algas calizas y algunos fragmentos de Ostrácodos.

Loc. *Camino de Margarida a Beniaia* (prov. de Alicante).—Este yacimiento levantino muestra la misma asociación que los de la cuenca del Ebro, pues las especies más frecuentes son *Alveolina subpyrenaica* Leym., *A. (Flosculina) globosa* Leym. y *Orbitolites complanatus* Lmk.

NIVELES LUTECIENSES

Loc. *De Lecina a Betoza* (prov. de Huesca).—Escasas secciones y mal orientadas de la *Alveolina cf. elongata* d'Orb.

Loc. *Vich* (prov. de Barcelona).—En esta localidad aparece un conjunto a base de la *Alveolina elongata* d'Orb., mucho mejor conservada que en la muestra anterior. El cemento es aquí fino, con escasos restos de otros microorganismos.

Loc. *San Román* (prov. de Huesca).—Agrupación muy destrozada y ciertamente «rodada», a base de *Alveolina elongata* d'Orb. y Lacazinas, reducidas también estas últimas a sus cámaras iniciales. Cemento fino, pobre en Miliolas y otros foraminíferos.

Loc. *La Bisbal* (prov. de Gerona).—Varias secciones de una Alveolina grande y muy alargada, posiblemente atribuibles a la *Alveolina elongata*; pero se trata de secciones muy mal orientadas, no permitiendo afirmarlo con seguridad. En cambio, los restos y grandes secciones de Orbitolites permiten reconocer en esta localidad al *Orbitolites complanatus* Lmk. Se trata, posiblemente, de un nivel bajo dentro del Luteciense.

Loc. *Apiès* (prov. de Huesca).—En este nivel encuéntrase secciones de grandes Alveolinas de hasta unos 12 milímetros de longitud. Su espiral presenta un enrollamiento anormal, lo que viene a complicar todavía más su determinación específica. El cemento es pobre en microorganismos, excepción hecha de unos pocos Nummulites y Miliolas.

Loc. *Morrano* (prov. de Huesca).—Ejemplares deformados de una Alveolina alargada, posiblemente affn de *A. elongata* d'Orb., sin que pueda precisarse más. Los fragmentos de *Orbitolites complanatus* Lmk. no dejan de ser numerosos.

Loc. *Sta. Eulalia la Mayor* (prov. de Huesca).—Escasas Alveolinas, pero con secciones de grandes dimensiones. Ninguna de ellas es completa en la preparación. El profesor Reichel las compara con las que existen en los niveles altos de las calizas con Alveolinas de Dalmacia, conteniendo allí grandes ejemplares de la *A. violae* Ch. Rispolli (Lám. V, fig. 3).

Con los materiales examinados no es posible formarse una idea precisa sobre esta interesante especie. No dejaría de ser loable la labor de recoger nuevos materiales en los mismos niveles de Huesca.

Loc. *Camino de Sarriá a Puerto Genil* (prov. de Huesca).—Densa asociación de *Alveolina elongata* d'Orb. (Lám. V, fig. 4), *Discocyclin* sp., *Nummulites* sp. del grupo de *perforatus* y un Miliólido de fuerte talla, la *Lacazina elongata* Schlumberger. Esta última especie, como es sabido, representa una forma Santoniense, ciertamente «rodada» en estos lechos Lutecienses de Sarriá a Puerto Genil, puesto que abunda en España en los mencionados niveles cretácicos. El profesor Reichel me comunica que en Egipto y en las islas de la Sonda esta misma Lacazina mantiene hasta el Eoceno, pudiendo perdurar todavía, como ha podido comprobarse, en el Oligoceno inferior. Pero a pesar de la experiencia del mencionado profesor en las formas de estos grupos en los niveles Eocénicos de Europa, confiesa que, al menos hasta el presente, no le ha sido dable observarla *in situ* en ninguno de ellos.

Las Lacazinas «rodadas» encuéntrase a veces, con más o menos frecuencia, en los lechos Eocenos inferiores de diversas localidades (figs. 1-3, texto). En todos los casos que he podido reconocer a lo largo de este estudio, sus

caparazones hállanse reducidos a su primera porción interna y ninguno de ellos alcanza el estado de cámaras circulares, quedando únicamente las de su primera fase inicial de tipo bilocular.

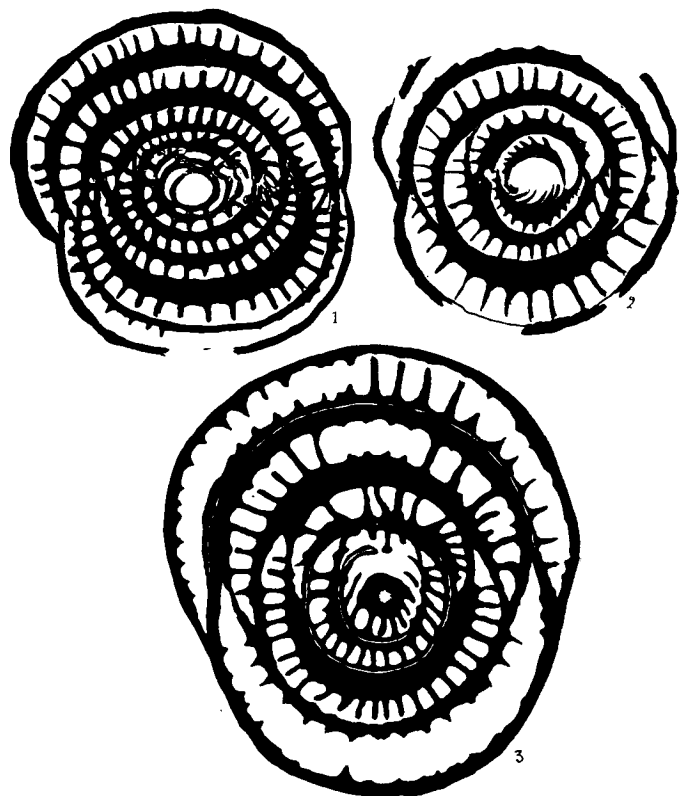


Fig. 1, núm. 13.—*Lacazina cf. elongata* Schlumb. Luteciense. Loc. Camino de Sarriá a Puerto Genil (Huesca).

La figura 1, número 3, resulta muy característica, pudiéndose observar los septos convergiendo hacia el centro; vense igualmente la irregularidad de los mismos como crestones denticulados, no alcanzando siempre el techo de las cámaras. En las Alveolinas es solamente al

nivel del canal preseptal que los tabiques no llegan al techo de las cámaras. En no pocas ocasiones puede presentarse cierta duda en la distinción entre las caparazones de las Alveolinas y de las Lacazinas; entonces aconseja Reichel buscar las secciones ecuatoriales, las cuales revelarán seguidamente en las Alveolinas una espiral con diversas cámaras en cada vuelta y en las Lacazinas dos cámaras para cada vuelta, con aberturas colocadas alternativamente a ambos polos del eje de construcción, como en las verdaderas Miliolas.

Loc. Hoz del Gallego (prov. de Burgos).—Conjunto rico en ejemplares y fragmentos de Alveolinas, principal-



Fig. 2, núms. 13.—*Idalina cf. sinjarica* Grimsd. Luteciense. Loc. Hoz del Gallego (Burgos).

mente de *A. elongata* d'Orb., *Rupertia* sp., y formas arenáceas del género *Valvulina*. También aparece aquí una *Idalina*, cuyas secciones ofrecen una gran semejanza con la *Idalina sinjarica* Grimsdale, del Paleoceno o incluso del Eoceno inferior de Jebel Sinjar, en el Irak (fig. 2, números 1-3, texto). Más abundante material de esta última especie sería necesario para poder confirmar esta simple aproximación que ahora hago.

Loc. *Millares* (prov. de Valencia).—Se trata, probablemente, de un nivel Luteciente con Alveolinas, pero éstas son escasas en las preparaciones y su orientación muy deficiente para una determinación específica segura.

En la localidad de Boltaña (Huesca), y en los materiales obtenidos del sondeo petrolífero de este mismo nombre, de la C. I. E. P. S. A., de Madrid, aparecieron en los primeros 477 metros cortados desde la superficie una serie de bancos calizos con Alveolinas del Eoceno y otras del Danense. Las primeras contenían *Alveolina subpyrenaica* Leym., aunque en estado casi siempre de deficiente conservación.

Desde los 477 metros a los 774 metros se atravesaron areniscas Maestrichtienses, y a partir de éstas vinieron calizas del Campaniense-Santoniense, de mucha potencia.

A los 1.412 metros de profundidad una muestra de caliza gris oscura, dura y compacta, proporcionó otra vez Alveolinas. Al principio creí, juntamente con el distinguido geólogo señor Dupuy de Lôme, que nos encontrábamos ante un nivel del Cretáceo medio, cual el Cenomanense, conteniendo Prealveolinas de esta edad, lo que hubiera sido entonces normal, dentro de la serie estratigráfica que se atravesaba en aquellos instantes. No obstante, examinadas esas Alveolinas en secciones delgadas, aunque algo de-

formadas por las intensas presiones sufridas por sus caparazones, sus caracteres correspondían mejor al tipo de la *Alveolina subpyrenaica*. Además—y era detalle de importancia—estaban acompañadas por pequeños Opertorbitolites del tipo de *Opert. Douvillei* (Nuttall) (Lám. II, fig. 1), que suele presentarse en estos mismos niveles, juntamente con la mencionada Alveolina, como ha sido indicado varias veces en algunas de las muestras aquí estudiadas. El profesor Reichel tuvo a bien confirmar estas determinaciones.

Esta comprobación micropaleontológica de Alveolinas y Opertorbitolites Ypresienses a 1.412 metros de profundidad en el sondeo de Boltaña no deja de resultar interesante para la geología estructural pirenaica, planteando un pequeño problema inesperado de tectónica local, pues viene a demostrar tal anomalía la existencia de un manto corrido, cuya extensión profunda ignoramos, pero que puede ser de importancia, y del cual no hay el menor indicio en la estratigrafía de la superficie. Por tales motivos me ha parecido dejar consignados aquí estos detalles.

* * *

Es bastante constante la presencia de Orbitolites en muchas preparaciones. Si se estudian con atención, obsérvase un paso gradual de sus caparazones desde los niveles Ypresienses a los del Luteciense, de una serie de formas que enlazan los *Opertorbitolites*, probablemente con *O. Douvillei* (Nuttall), especie característica de los lechos del Eoceno inferior de Laki (India)*, provistos de una gruesa capa

(*) W. L. F. NUTTALL: *The stratigraphy of the Laki series (Lower Eocene) of parts of Sind and Baluchistan (India); with a description of the larger foraminifera contained in those beds.* «Geol. Soc. London, Quart. Journ.», vol. 81, 1925, pág. 447. lám. 7, figs. 47.

de materiales superficiales recubriendo su caparazón (Lámina II, fig. 1), con los del género *Orbitolites* s. str., con *O. complanatus* Lmk. (Lám. 2, fig. 3) del Luteciense inferior y superior de Europa. Sería de desear un estudio preciso sobre ambas especies en materiales españoles. Sin embargo, es posible que mientras no se obtengan buenos ejemplares aislados de su ganga tal estudio sistemático-morfológico no podrá llevarse a término.

Las Alveolinas y demás grupos de foraminíferos que les acompañan fueron formas eminentemente litorales, de muy escasa profundidad. Por tal motivo la composición del sedimento que les envuelve no deja de ser interesante, pues viene a confirmar siempre el predominio de los biótopos costeros en los yacimientos donde se encuentran.

En la gran mayoría de los lechos, Alveolinas, *Orbitolites*, etc., aparecen revueltos en una abrumadora cantidad de Miliólidos; es ello la regla general. Después vienen, según los niveles y localidades, predominancia más o menos marcada de diversos tipos de foraminíferos de concha arenácea, principalmente del género *Valvulina*, o de «rotálidos», de difícil clasificación genérica; en otros casos los Ostrácodos pueden ser abundantes. Algunas preparaciones muestran también una fuerte proporción de restos de Equínidos, Astéridos o simplemente de secciones de moluscos. No obstante, la tónica general de los sedimentos con Alveolinas la dan en todas las localidades examinadas, sean del Ypresiense más inferior al Luteciense más alto, la abundancia de las Miliolas, llegando a dar su enorme acumulación sedimentos tan ricos en conchas de esta clase que bien pueden definirse como depósitos zoógenos muy puros.

En el caso de los yacimientos de este tipo me inclinaría

fácilmente a interpretarlos entonces como un conjunto arrastrado por corrientes marinas hacia determinados lugares de calma, donde se amontonaron, digámoslo así, en ingentes cantidades de Miliolas y géneros afines, de los biótopos costeros, esencialmente de playas, tal como a veces los podemos observar en nuestros días, constituyendo dilatados cordones blanquecinos, situados al pie de ciertas playas arenosas, allí donde la acción o movimiento de las aguas tiende a atenuarse o incluso a desaparecer. A mi parecer, tales restos no vivieron nunca *in situ* y en la forma asociada en que ahora nos aparecen fosilizados, sino que sus lechos vienen a representar complejos diversos arrastrados desde otras zonas, siendo entonces verdaderas tanatocenosis de organismos litorales, o bien de sus fragmentos (equínidos, etc.), agrupados siempre a escasa profundidad.

La predominancia de los elementos detríticos alcanza su mayor proporción en los lechos compuestos por una infinidad de restos terrígenos y rodados en proporciones variables, todos ellos a base de diminutos fragmentos de antiguas formaciones o bien de origen orgánico. Mezclados con todos estos elementos rodados se observan unos pocos caparazones de Alveolinas o de otras especies todavía más pequeñas. Un cemento de calcita secundario, recristalizado, une todo el conjunto. En determinados casos los restos de organismos tan sólo pueden reconocerse (esquirlas de moluscos, etc.) debido a las huellas que sobre ellos dejaron las «algas perforantes», pues toda su masa preséntase por completo recristalizada, a semejanza del cemento de la roca, quedando como huella de la acción de los diminutos organismos perforantes los bordes oscuros, con finos gra-

nillos de calcita, de las desaparecidas esquirilas y debidos aquéllos a las mismas «algas perforantes».

En otras preparaciones el cemento de la roca puede ser más fino, más libre de elementos orgánicos, constituyendo una matriz caliza en la que tan sólo se encuentran diminutos restos de foraminíferos, producto de una sustitución anterior en una zona más cercana a la costa y revelando una gradación de sedimentación desde los más típicos lechos de Miliolas hasta estos más finos, con manifiesta predominación orgánica, formados ciertamente en lugares algo más apartados del litoral. En unos pocos casos he observado cómo litofacies de esta naturaleza presentan una fuerte invasión de magnesia, dando una ingente cantidad de romboedros de dolomía esparcidos uniformemente por toda la roca. Tales sedimentos suelen carecer de restos de microorganismos, o bien éstos han desaparecido por recristalización a causa de la profunda alteración de toda la matriz.

La presencia de granos de cuarzo, en general angulosos y poco rodados, ha podido comprobarse en bastantes preparaciones, viniendo a confirmar las fuertes influencias terrígenas a que estuvieron sometidos la mayoría de los depósitos de Alveolinas.

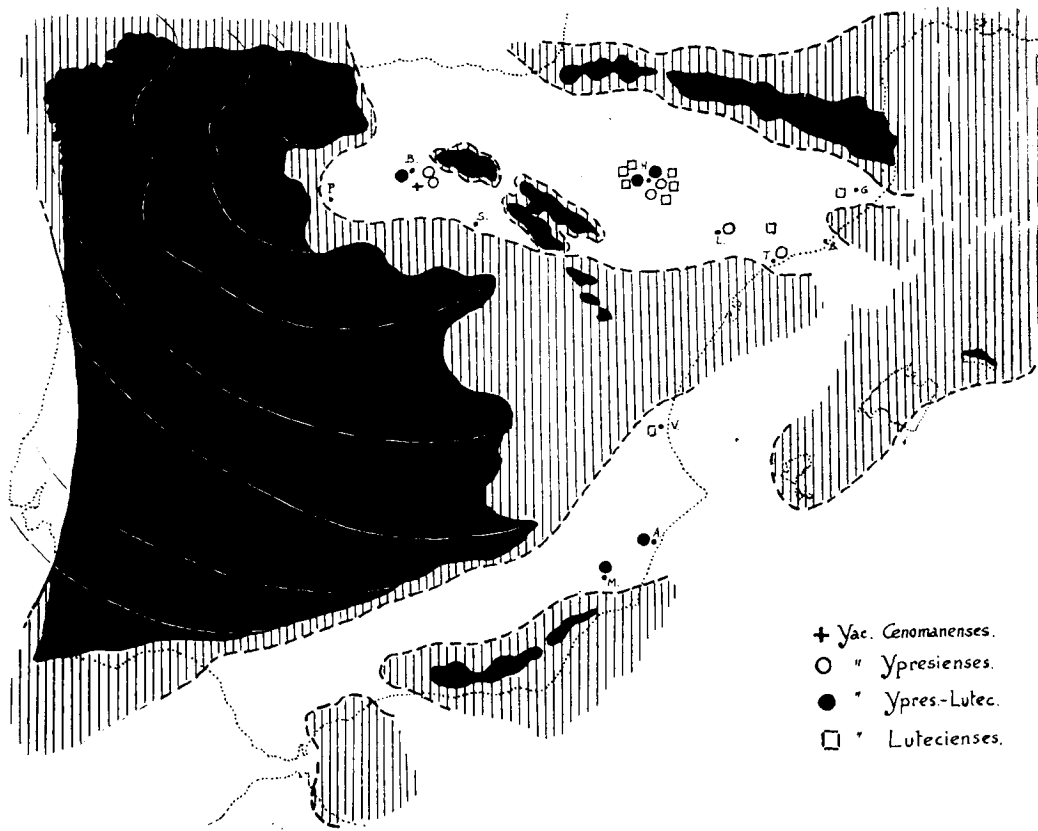
El estudio de las Miliolas de las facies más puras no resulta fácil actualmente. Las *Pentellinas* de Schlumberger fueron consideradas en tiempos más recientes por Cushman como verdaderas Miliolas, caracterizadas por una abertura cribrosa, en vez de la normal de las *Quinqueloculinas*, provistas de un diente sencillo o bifido. Por tal causa Cushman atribuyó todas las Miliolas con abertura cribrosa como pertenecientes al antiguo género *Miliola* Lamarck, 1804, fósiles de los terrenos Eocénicos de los alre-

dedores de París, y estudiadas por el famoso naturalista francés. Las especies con aberturas cribrosas del género *Miliola* son absolutamente análogas en cuanto a estructura interna y forma exterior con las verdaderas *Quinqueloculinas*; el único carácter que las separa es el mencionado de su abertura cribrosa.

Como es de prever, en las secciones delgadas rara vez puede ser observado el citado carácter de su abertura, y tan sólo la forma y disposición de sus cámaras internas pueden resultar eficaces para la diagnosis de la especie. Estos detalles nos indican, cuando sus restos son numerosos y sus secciones bien orientadas, que una serie de especies vivieron en tales lechos, posiblemente propias, algunas de ellas, de determinados niveles. Pero fuera de estos casos particulares su reconocimiento específico suele ser siempre empresa difícil y con pocas garantías de éxito.

Desde el punto de vista puramente litológico los lechos con abundancia de Miliolas suelen presentarse bajo dos formas diferentes. El primer caso, el menos frecuente, es cuando los caparazones de las *Pentellinas* y los de otros foraminíferos que les acompañan ofrecen todavía sus conchas inalteradas en su composición original, siendo entonces de un color sepia o rojizo pálido; en tales casos pueden seguirse en una misma preparación todos los pasos de la transformación de su estructura original, del tipo «porcelanoide», a un denso agregado de granillos de calcita, grises, uniformes, pequeñísimos, debidos a la alteración llevada a cabo por la acción de los delgados filamentos de las «algas perforantes». Esos filamentos pueden todavía verse, bien distintamente, en las paredes de las conchas y seguirse todo el proceso de su invasión primero y la lenta transformación después de la estructura original, si-

guiendo el camino por donde han pasado los tenues filamentos. El resultado final de su acción es un conjunto gris de los mencionados granillos y desaparición total del primitivo color rojizo de las conchas. En el segundo caso el



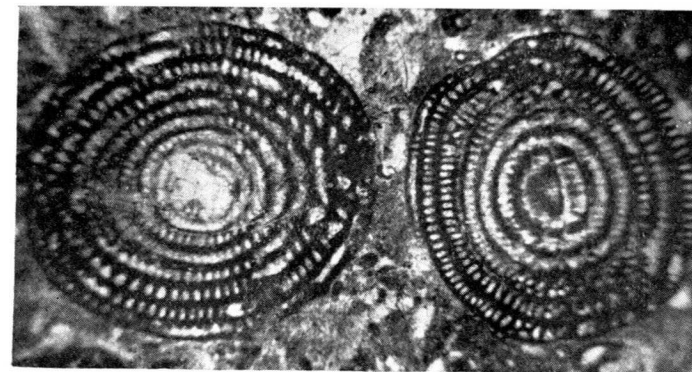
Situación de los principales yacimientos de Alveolinas dentro de la paleogeografía del Ypresiense-Luteciense.

sedimento, en su conjunto o todavía parcialmente, ha sido fuertemente alterado por los mismos microorganismos perforantes. Todos los caparazones se nos aparecen ahora de un color gris uniforme, y sus granillos de calcita pasan insen-

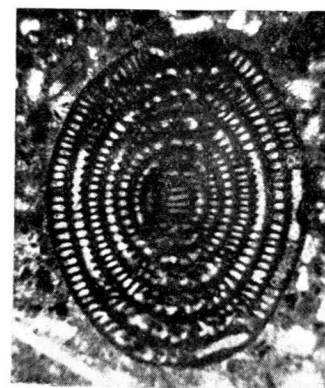
siblemente y se confunden con los que existen en el mismo cemento, uniformizándose entonces toda la alteración de la roca y no distinguiéndose claramente ya dónde empieza el cemento o dónde acaba la concha de la Alveolina o de la Miliola. Los caparazones de los foraminíferos parecen diluidos, si se me permite esta expresión, dentro de la matriz de la roca, no quedando de ellos más que unos «fantasmas» casi difusos.

La intensa acción de las «algas perforantes» en esta clase de sedimentos viene a confirmar, una vez más, el carácter puramente litoral de los biótopos costeros donde se acumularon la mayoría de las tanatocenosis de Alveolinas, Orbitolites y Miliolas. Por tal motivo, durante el Eoceno inferior, en nuestra patria los cordones de playas debieron de ocupar grandes extensiones y sus posteriores desplazamientos, al compás de la evolución paleográfica de cada época, podrían seguirse con no pocos detalles a base de un estudio más preciso y documentado de los sedimentos de este tipo, pues ellos caracterizan, con marcada peculiaridad, los biótopos arenosos de las antiguas playas.

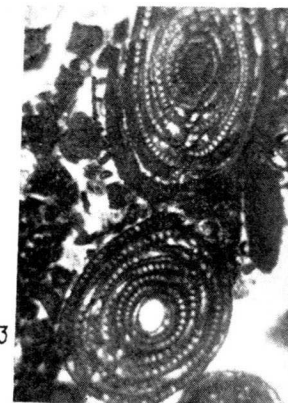
En el mapa adjunto no he intentado bosquejar un momento determinado de la paleografía del período Eoceno en la Península ibérica; mis materiales no son suficientes para alcanzar este fin, sino tan sólo situar los yacimientos estudiados dentro del área marina de los mares, en conjunto, del Eoceno inferior.



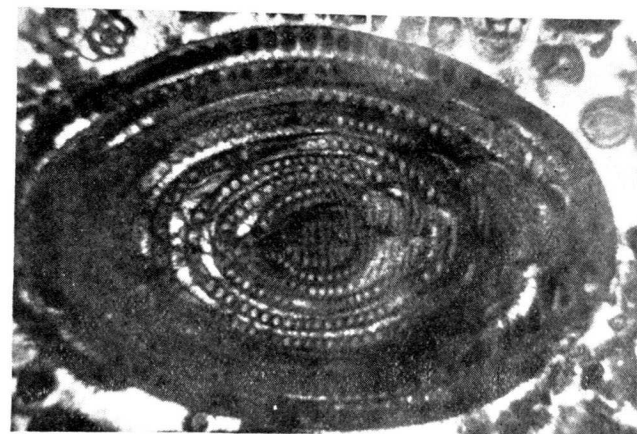
1



2



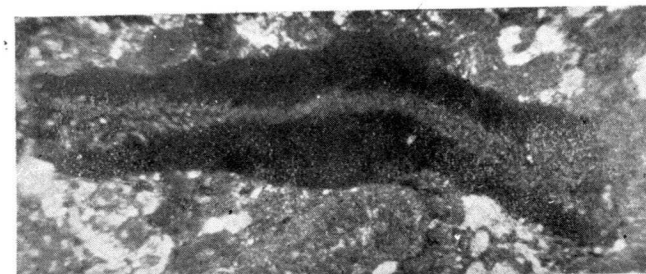
3



4

Núms. 1-2.—*Præalveolina cretacea* ssp. *brevis* Reichel. Cenomanense.
Loc. Valle de Valdivielso, Tartacés (Burgos).

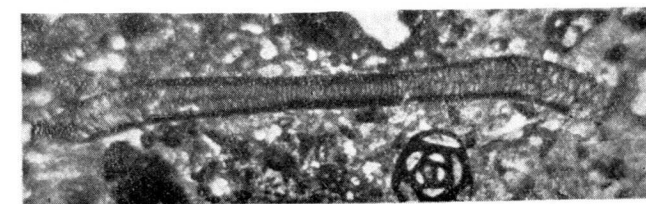
Núms. 3-4.—*Alveolina* cf. *milium* Ch. Risp. Ypresiense-Luteciense. Loc.
La Gorga, Olvena (Huesca).



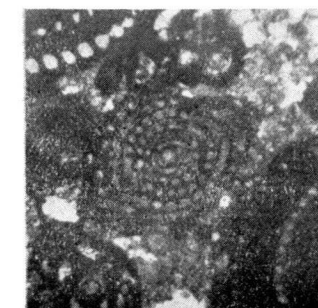
1.



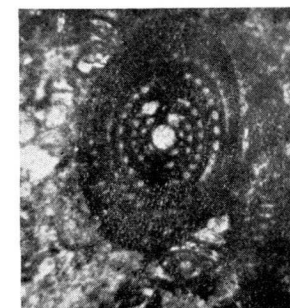
2



3



4



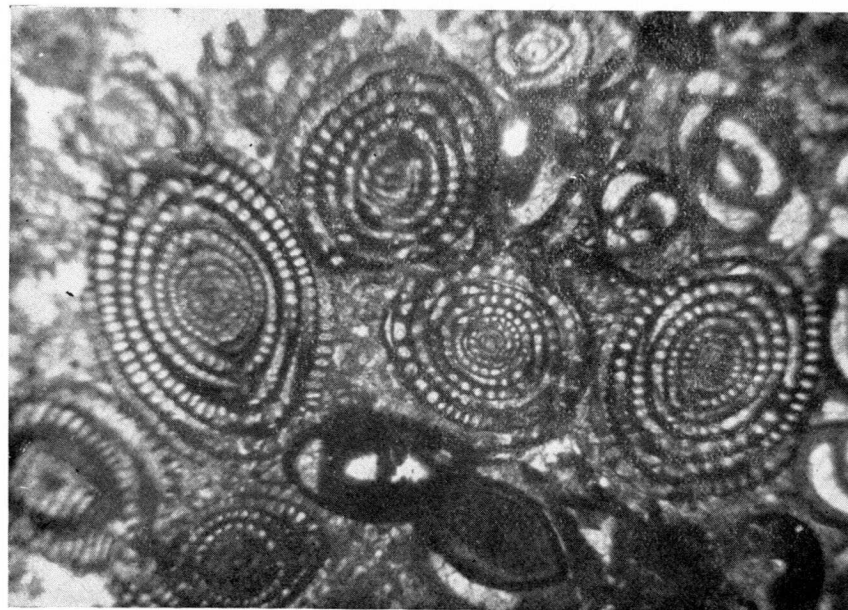
5

Núm. 1.—*Opertorbitolites cf. Douvillei* Nuttall. Ypresiense. Sondeo de Boltaña (Huesca). Caliza dura, gris, a 1.412 metros de profundidad.

Núm. 2.—*Orbitolites cf. complanatus* Lmk. Ypresiense-Luteciense. Loc. Quintanalacuesta (Burgos).

Núm. 3.—*Orbitolites cf. complanatus* Lmk. Ypresiense. Loc. Arén (Huesca).

Núms. 45.—*Alveolina cf. primaeva* Reichel. Ypresiense. Loc. Arén (Huesca).



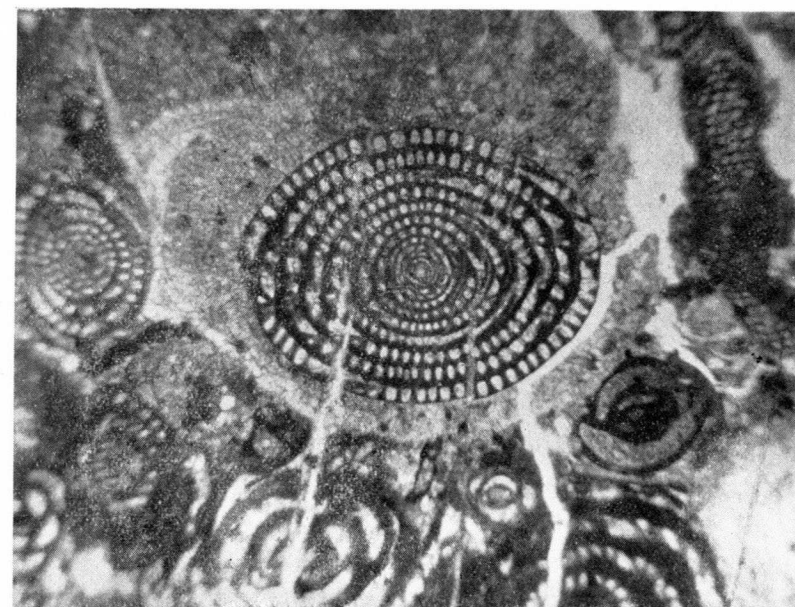
1.



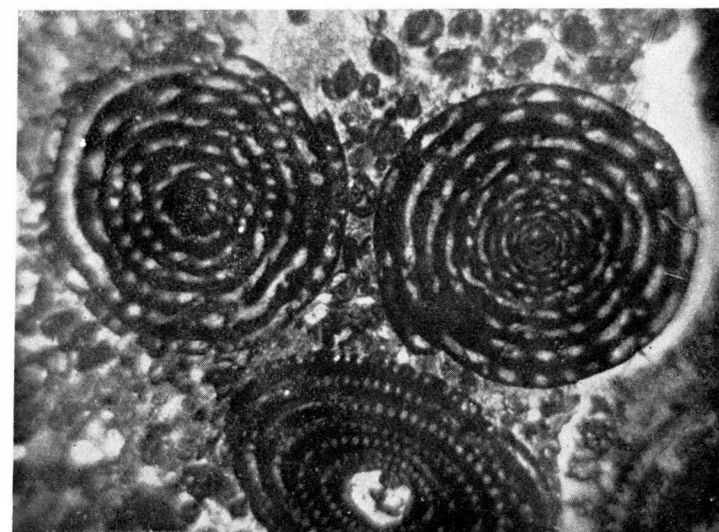
2

Núm. 1.—Diferentes secciones de *Alveolina lepida* (Schwager). Ypresiense. Loc. Puigmasana (Lérida).

Núm. 2.—*Alveolina lepida* (Schwag.), secciones de Milíolas y una de *Valvulina* (ángulo sup. izquierdo). Ypresiense. Loc. Puigmasana (Lérida).

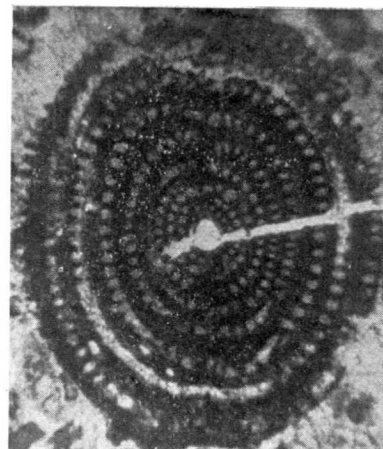


1.

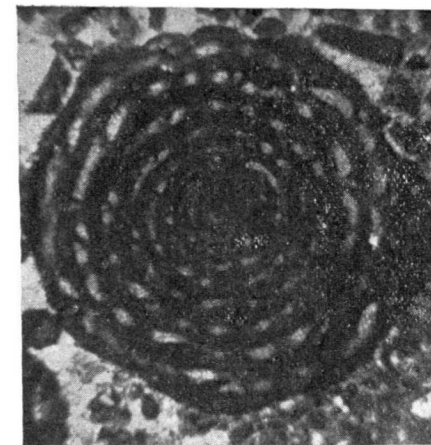


2.

Núm. 1.—*Alveolina lepida* (Schwag.), Miliolas y restos de Orbitolites (ángulo sup. derecho). Ypresiense. Loc. Puigmasana (Lérida).
Núm. 2.—*Alveolina cf. periloculinoides* Silv. Ypresiense. Loc. Quin'anacuesta (Burgos).



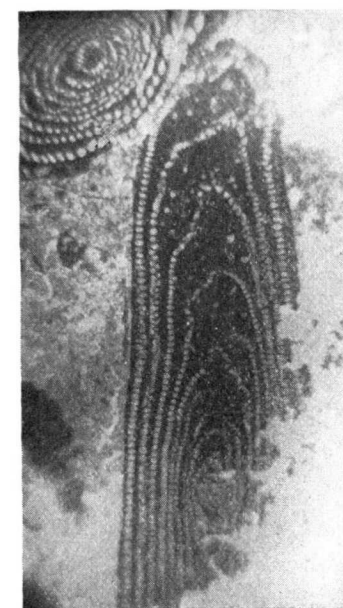
1



2



3



4

Núms. 1-2.—*Alveolina cf. periloculinoides* Silv. Ypresiense. Loc. Quintanalacuesta (Burgos).

Núm. 3.—*Alveolina cf. violae* Ch. Risp. Luteciense. Loc. Santa Eulalia la Mayor (Huesca).

Núm. 4.—*Alveolina elongata* d'Orb. Luteciense. Loc. Camino de Sarriá a Puerto Genil (Huesca).

X Sobre la edad de los conglomerados terciarios
del borde Norte de las Sierras de la Demanda
y de Cameros

POR

ORIO L RIBA

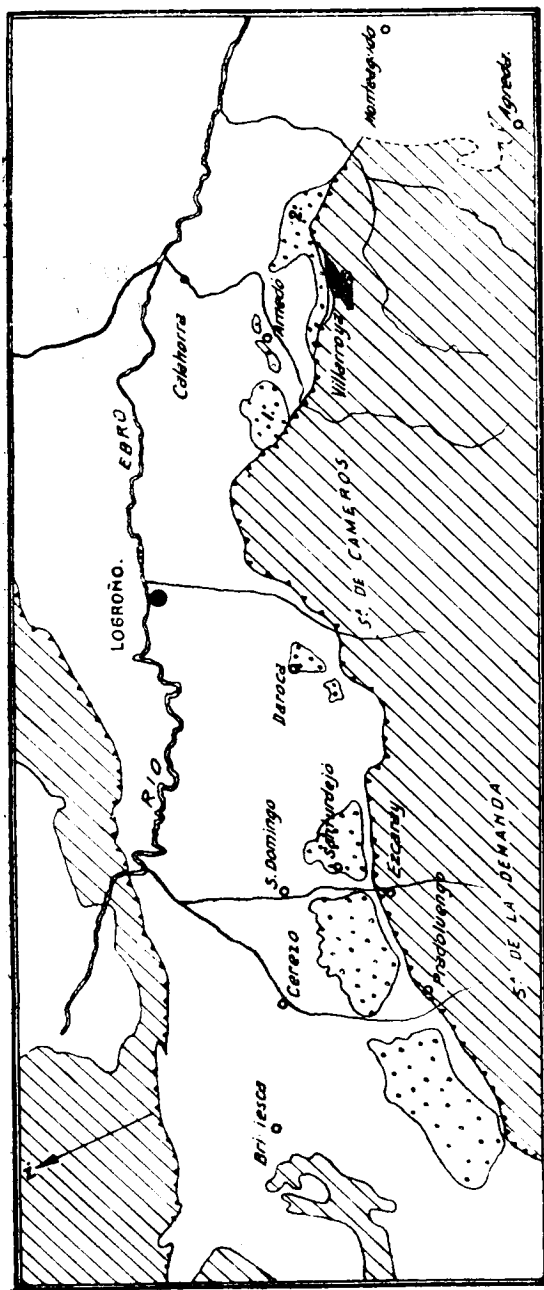
SOBRE LA EDAD DE LOS CONGLOMERADOS
TERCIARIOS DEL BORDE NORTE DE LAS SIE-
RRAS DE LA DEMANDA Y CAMEROS (*)

El borde septentrional de las Sierras de Cameros y de la Demanda está jalonado por una serie de manchones de conglomerados poco cementados de coloración parda, rojiza o gris y muy distintos de los que comúnmente se observan en ambos flancos de la cuenca terciaria del Ebro (los conglomerados de tipo montserratino, de los Mallos de Riglos, etc.). Dichos conglomerados han sido hasta hace poco atribuidos al Cuaternario diluvial y así han venido figurando en todos los mapas geológicos de que disponemos (Sánchez Lozano, 1894; Mapa Geol. España al 1:400.000, 1889-1918; Mapa Geol. Esp y Port. a esc. 1:100.000, 1.ª y 2.ª ed., 1936) (**).

La posición estratigráfica y la distribución de dicho tipo de conglomerados ya fué estudiada por Sánchez Lozano (1894) en la Memoria Geol. de la Prov. de Logro-

(*) Hemos redactado la presente nota para explicar algunos cambios introducidos, a fuegos del distinguido profesor D. Antonio Almela, en la nueva edición del Mapa Geológico de España y Portugal a escala 1:1.000.000.

(**) En la tercera edición del Mapa Geol. Esp. y Port. a 1:1.000.000 (1952) constan los dos manchones más orientales como pliocenos; los otros, como diluviales.



Figural. Distribución de los conglomerados miocenos en el borde Norte de las Sierras de la Demanda y de Cameros. (representados con un puntado grueso), en blanco: Terciario continental indiferenciado, en rayado: arenas terciarias, en negro: el Villanueva de Villarejo. (1) Macizo de Cabi Monteras, (2) Id. de Yelga.

ño. Observó dicho autor que los conglomerados en cuestión descansan discordante e indistintamente por encima de los materiales mesozoicos o terciarios plegados, formando mantos de espesor variable (¡no superior a los 40 metros!) de gravas y bloques poligénicos envueltos en cemento poco coherente de arenas algo arcillosas, de colores gris o pardusco, con estratificación poco aparente. Asoció dichas formaciones detríticas con morrenas cuaternarias depositadas por heleros descendentes de la Cordillera Ibérica, hipótesis inadmisible desde que Carandell y Gómez de Llarena (1922) fijaron a 1.550 m. los depósitos morrénicos más bajos—y siempre muy acantonados—de este sector de la Cordillera Ibérica.

No creemos que Schriell (1930) profundizara en el estudio del Terciario del N. de la Sierra de la Demanda, pues además de atribuir sin razonamiento válido todos los depósitos terciarios del Ebro al Mioceno, por el hecho de hallarse poco plegados, hace mención en el capítulo referente al Cuaternario a los conglomerados de que nos estamos ocupando, diciendo que se trata de «detritus de ladera, terrazas de gravas y conos de deyección», y que dichas «terrazas de gravas diluviales y los depósitos fluviales» alcanzan gran espesor y extensión. «A menudo—sigue diciendo—es difícil distinguir estas capas de las del Terciario superior, de aspecto petrográfico semejante. En parte, es posible que estas terrazas pertenezcan incluso al Plioceno.»

Recientemente, los autores de la Hoja de Calahorra (Mendizábal, Comba, Ríos y Teixeira, 1947) mencionan formaciones de conglomerados del tipo que estudiamos en los alrededores de Arnedo, subrayando la discordancia existente entre éstos y los materiales oligocenos plegados. Aunque en el mapa no estén representados, concuieren acertadamente que, de «confirmarse nuestro punto de vista, habría que modificar los manchones diluviales que aparecen en el ángulo NW. de la Hoja, así como

los de las hojas vecinas pertenecientes al mismo nivel, ya que todos ellos habrían de figurar como miocenos, pues no son más que la continuación hacia el NW. de la gran masa detrítica que constituye el Monte Talao» (o Cabi Monteros).

Así, pues, el problema de la edad de estos conglomerados está planteado desde antiguo, y, dada la falta de fósiles, la datación tiene que deducirse por las condiciones tectónicas y geomorfológicas de la región, lo cual obliga al conocimiento extensivo del contacto de la Ibérica con la fosa del Ebro.

Según de qué zona se trate, los conglomerados descansan de manera distinta sobre el Paleógeno. En el sector oriental (Agreda-Arnedo) están, sin duda alguna, discordantes; en el occidental (Arnedo-Belorado) la discordancia angular transgresiva no es observable, y, en cambio, es posible que sea sustituida por una discordancia progresiva poco perceptible.

Demostremos en Argel (Solé Sabarís y Riba, 1954) que al pie del Moncayo los conglomerados, que están discordantes y transgresivos sobre una superficie de erosión o pediment cortado en el Mesozoico levantado, pasan lateralmente, hacia el N., a los materiales miocenos bien datados de Monteagudo (Ruiz de Gaona, Villalta y Crusafont, 1946). Por lo tanto, en esta zona los conglomerados son supravindobonienses y deben representar el resto del Mioceno, en tanto que el arrasamiento sobre el que descansan es previndoboniense. A las mismas conclusiones ha llegado Bomer (1954). En la zona de Arnedo y Villarroya los conglomerados continúan transgresivos. La discordancia con el Paleógeno levantado es perfectamente visible en los corrales de Quel y en las inmediaciones de Bergasillas-Bajera, e incluso se presentan transgresivos en la zona de Villarroya por encima del Mesozoico; sin embargo, la superficie previndobo-

niense está muy poco desarrollada (prof. máx., 3 Km.). En el borde S. del Cabi Monteros (corte de Herce a Bergasillas-Somera) están levantados, junto con el Paleógeno, de litología muy parecida, formando una flexión, por todo lo cual la separación de ambos se hace muy difícil.

El valle de Ezcaray a Santo Domingo permite ver, en las inmediaciones de Ojacastro, un tránsito gradual de los conglomerados inferiores, rojos y con elementos calcáreos, perfectamente cementados, de tipo paleógeno, que por superposición de capas más jóvenes, cada vez más ricas en elementos paleozoicos y cemento incoherente, se pasa al tipo de conglomerados típicos (facies de Santurdejo; ver Riba, 1955) de que nos estamos ocupando. Todo el conjunto buza hacia el N. En Santurde (más al N.) la superficie de separación de las margas rojas paleógenas (facies de Nájera) con los conglomerados (facies de Santurdejo) suprayacentes es más precisa y horizontal, pero tampoco se observa discordancia angular apreciable.

Puede sorprender el hecho de que la parte culminante de los conglomerados de los manchones orientales (Cabi-Monteros y Yegra) esté compuesta, casi exclusivamente, por elementos de procedencia paleozoica, a pesar de lo alejados que se encuentran de la Sierra de la Demanda. Se deduce que una red fluvial W.-E. ya existiría al finalizar el Mioceno, y que los relieves mesozoicos inmediatos estarían arrasados, en tanto que la Demanda constituiría un relieve residual importante.

Hacia el N. se presenta, como anuncia Bomer, un rápido paso lateral de facies de los conglomerados a la facies yesosa de Cerezo de Río Tirón (paso que se verifica en menos de 10 Km.), cuya edad es netamente miocena, atendiéndonos a los cambios laterales de facies (Riba, 1955) del Mioceno superior castellano (Bureba).

La potencia de los conglomerados miocenos es en Cabi Monteros de 350 a 450 m.; al S. de Cerezo, de 350 a 500 m.

Resumiendo, pues, se deduce que la edad de los referidos conglomerados es vindoboniense-pontiense en la zona de Agreda-Arnedo, y miocena superior (sin poder precisar más) en la de Arnedo-Belorado. Sin embargo, queda por aclarar si la parte culminante de los conglomerados rebasa los límites del Mioceno, entrando, como suponen los autores anteriormente citados, a formar parte del Plioceno o incluso del Cuaternario.

La superficie alta de los conglomerados de los Montes de Oca enrasa con las calizas pontienses de Briviesca y de la Meseta Castellana; dicha superficie lo hace, a su vez, con la superficie de erosión que decapita el Secundario de las parameras de Huidobro y Sedano (por lo tanto, dicha superficie de erosión, como en tantos puntos de la Ibérica y de la Meseta, es de edad finipontiense). Retazos de la misma superficie de erosión no es difícil encontrarlos en los Montes Obarenses y Sierra de Cameros, bastante deformados y disecados por la erosión actual, llegando incluso a constituir niveles de cumbreros o de cuerdas divisorias de Villarroya. Además, la superficie superior de los conglomerados miocenos del macizo de los Neveros (al S. de Daroca de Rioja) pasa, formando una amplia inflexión, a una rampa de erosión que está jalonada hacia el interior de la fosa de la Rioja, por las parameras recubiertas de graveras de Larrera de Sotés (1.026-952 metros) y de la Dehesa de Navarrete (821-781 m.), quedando suspendidas por encima del cauce actual del Ebro a más de 380 m. Dicha superficie creemos puede considerarse como la superficie de arrasamiento finipontiense de la cuenca. (Según nuestras investigaciones, las facies características del Mioceno superior existentes en la Bureba y zona occidental

de la Rioja; es decir, las calizas de los páramos y las evaporitas, no se extendieron hacia el centro de la depresión riojana).

Se concluye, por lo tanto, que la sedimentación de los conglomerados marginales se interrumpió cuando la terminación de la superficie finipontiense.

La cubeta rellena de materiales villafranquienses de Villarroya se encuentra fuertemente encajada en el borde de la depresión del Ebro. Con anterioridad a su depósito, ha mediado una época de intensa erosión con desmantelamiento del Wealdense situado al S. de dicha localidad y de los conglomerados miocenos y paleógenos del borde de la depresión del Ebro. El encajamiento de la cubeta villafranquiense puede estimarse en unos 300-350 metros por debajo de la penillanura finipontiense como máximo (o del nivel superior de los conglomerados miocenos). Tal valor tiene que ser muy variable teniendo presentes las deformaciones y roturas que dicha superficie puede haber sufrido como consecuencia de una tectónica postmiocena.

Las brechas osíferas de Villarroya (estudiadas por Villalta, 1952, y descubiertas por Carvajal, 1926) están inmediatamente recubiertas por unos conglomerados que fosilizan un pediment que muerde el Wealdense, formando un golfo o entrante en la Sierra de Cameros de unos 8 ó 10 km. de profundidad.

Dichos conglomerados tienen origen local. Según de la zona que se trate dominan los elementos procedentes de la destrucción del Wealdense, de las calizas mesozoicas, del Paleógeno o del Mioceno.

El pediment, de edad villafranquiense, que en la falda de la Demanda se presenta muy poco desarrollado o inexistente (en Pradoluengo, localmente, arrasa la falla principal del pie de la Sierra), se ha formado allí a expensas de la superficie finipontiense, sin mediar fase de

denudación alguna, produciendo, por lo tanto, un ligero retoque (se trata, en definitiva, de una superficie poligénica). Es probable, pues, que por encima de los conglomerados miocenos se haya depositado una débil capa de derrubios (las «rañas» villafranquienses de la Meseta) de separación difícil de los conglomerados miocenos debido a la similitud litológica.

De todas las consideraciones que anteceden se concluye que:

1.º Los conglomerados del borde Norte de la Demanda y de la Sierra de Cameros señalados hasta ahora como cuaternarios son de edad miocena superior (Vindoboniense-Pontiense) y no posteriores al Pontiense.

2.º Que, además, en la parte oriental del borde estudiado el Villafranquiense está encajado en dichos derrubios miocenos, por todo lo cual se descarta la posibilidad de una sedimentación continuada durante gran parte o todo el Plioceno.

3.º Existe en Villarroya un pediment bien desarrollado, fosilizado parcialmente por un depósito de fanglomerados, del tipo «raña», y cuya edad villafranquiense queda perfectamente fijada por el yacimiento estudiado por Villalta.

4.º También se deduce, y adelantamos las ideas que expondremos en otra comunicación, que en la depresión del Ebro la iniciación del encajamiento de la red fluvial es anterior al Cuaternario, y que, por lo tanto, deben existir terrazas de edad pliocena.

5.º En la parte occidental de la depresión del Ebro (Bureba) el encajamiento fluvial no se verificó antes de iniciarse el Cuaternario. Los depósitos, tipo «raña», descansan directamente sobre la penillanura finipontiense. Esta conclusión es probablemente válida para las comarcas burgalesas de la Meseta Castellana.

BIBLIOGRAFÍA

- ARÁNZAZU, J. M. (1877): *Apuntes para una descripción físico-geológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara*. «Bol. Com. Map. Geol. Esp.», t. 4, pág. 1-47. Mapa geol. a esc. 1:1.000.000. Madrid.
- BOMER, B. (1954): *Trois aspects du contact entre Monts Celtibériques occidentaux et Bassin de l'Ebre*. «Bull. Assoc. Géogr. Français», números 239-240, pág. 35-41, 3 figs. Paris.
- CARANDELL, J. y GÓMEZ DE LLARENA, J. (1922): *El glaciario cuaternario de los Montes Ibéricos*. «Junt. Ampl. Est. e Inv. Cient., Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.», ser. Geol. núm. 22, 62 págs., 17 láms. Madrid.
- CARVAJAL, E. (1926): *Nota sobre un yacimiento de fósiles vertebrados en el Plioceno de la provincia de Logroño*. «Bol. Inst. Geol. Min. Esp.», t. 47, 2.ª parte, págs. 317-333, 29 figs., 1 mapa geol. Madrid.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Mapa Geológico de España a escala 1:400.000* (16 hojas color). 1.ª Ed. 1889-1892, 2.ª Ed. 1892-1896, 3.ª Ed. Económ. 1892-1918.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Mapa Geológico de España y Portugal a escala 1:1.000.000*. 2.ª Ed. 1936, 3.ª Ed. 1952.
- MENDIZÁBAL, J. y COMBA, A. en colab. con RÍOS, J. M. y TEIXEIRA, C. (1947): *Explicación de la hoja núm. 243 «Calahorra» del Mapa Geol. Esp. a esc. 1:50.000*. «Inst. Geol. Min. Esp.», 1 t. 36 págs., 9 figs., 1 lám., cortes geol. y 1 mapa geol. Madrid.
- RIBA, O. (1955): *Sur le type de sédimentation du Tertiaire continental de la partie Auest du Bassin de l'Ebre*. «Geol. Rundschau. Congr. Sedim. Göttingen», t. 43, núm. 2.
- RUIZ DE GAONA, M., VILLALTA COMELLA, J. F. DE, y CRUSAFONT PAIRÓ, M. (1946): *El yacimiento de mamíferos fósiles de las yeseras de Montegudo (Navarra)*. «Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.», núm. 16, páginas 157-182, 3 láms. Madrid.
- SÁNCHEZ LOZANO, R. (1884): *Breve noticia acerca de la geología de la provincia de Burgos*. «Bol. Com. Map. Geol. Esp.», t. 11, págs. 71-79. Madrid.
- (1894): *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Logroño*. «Men. Com. Map. Geol. Esp.», 1 t., 548 págs., 6 láms. figs., 1 mapa geol. a esc. 1:400.000. Madrid.
- SCHRIEL, W. (1930): *Die Sierra de la Demanda und die Montes Obarenes*. Abh. Ges. Wiss. Math.-Phys. Kl., N. F. t. 16, 2. Göttingen. (Trad. esp. CSIC. Madrid, 1945.)
- SOLÉ SABARÍS, J., en colab. con LLOPIS LLADÓ, X. (1951): *Geografía física, 1.ª parte de la Geografía de la Península Ibérica*. «Geogr. Univ.

- de Vidal de la Blache y Gallois». T. 9, 500 págs., 186 figs., 96 láms. Barcelona.
- y RIBA, O. (1954): *Evolución del borde NE. de la Meseta española durante el Terciario*. «C. R. 19ème Sess. Congr. Géol. Int.», sect. 13, fasc. 13, págs. 261-274, 3 figs. Argel.
- VILLALTA COMELLA, J. F. de (1952): *Contribución al conocimiento de la fauna de mamíferos fósiles del Plioceno de Villarroya (Logroño)*. «Bol. Inst. Geol. Min. Esp.», t. 64, págs. 1-203, 13 figs., 27 láms. Madrid.

×
Geología del valle superior del río Eresma
(Sierra de Guadarrama)

POR

J. M.^a FÚSTER y F. DE PEDRO

J. M.^a FÚSTER y F. DE PEDRO

GEOLOGIA DEL VALLE SUPERIOR DEL RIO ERESMA (SIERRA DE GUADARRAMA)

Esta nota tiene por objeto adelantar los caracteres geológicos y tectónicos fundamentales de la región ocupada por el valle superior del río Eresma, en las vertientes septentrionales de la Sierra de Guadarrama. El rectángulo estudiado (fig. 1) está enmarcado por los ejes kilométricos Lambert X=567 y X=577 en el sentido de los meridianos y por los Y=686 e Y=705 en el sentido transversal; su superficie corresponde, por tanto, a 190 kilómetros cuadrados, de los cuales la mayor parte pertenecen a la hoja de Segovia (núm. 483 del Mapa Nacional 1: 50.000); la zona meridional del rectángulo penetra en la hoja de Cercedilla (núm. 508 del mismo Mapa). La altitud de esta zona es siempre superior a los 1.000 metros, cota a la que corresponde la salida del valle; las zonas más elevadas sobrepasan los 2.300 metros en las inmediaciones de Peñalara, pico más elevado de la Sierra de Guadarrama, que queda a unos 400 metros del borde E de la zona ahora estudiada.

Los datos que expondremos son el resultado de una serie muy numerosa de itinerarios geológicos efectuados por los autores desde el año 1950, en alguno de los cuales fueron acompañados por E. Ibarrola.

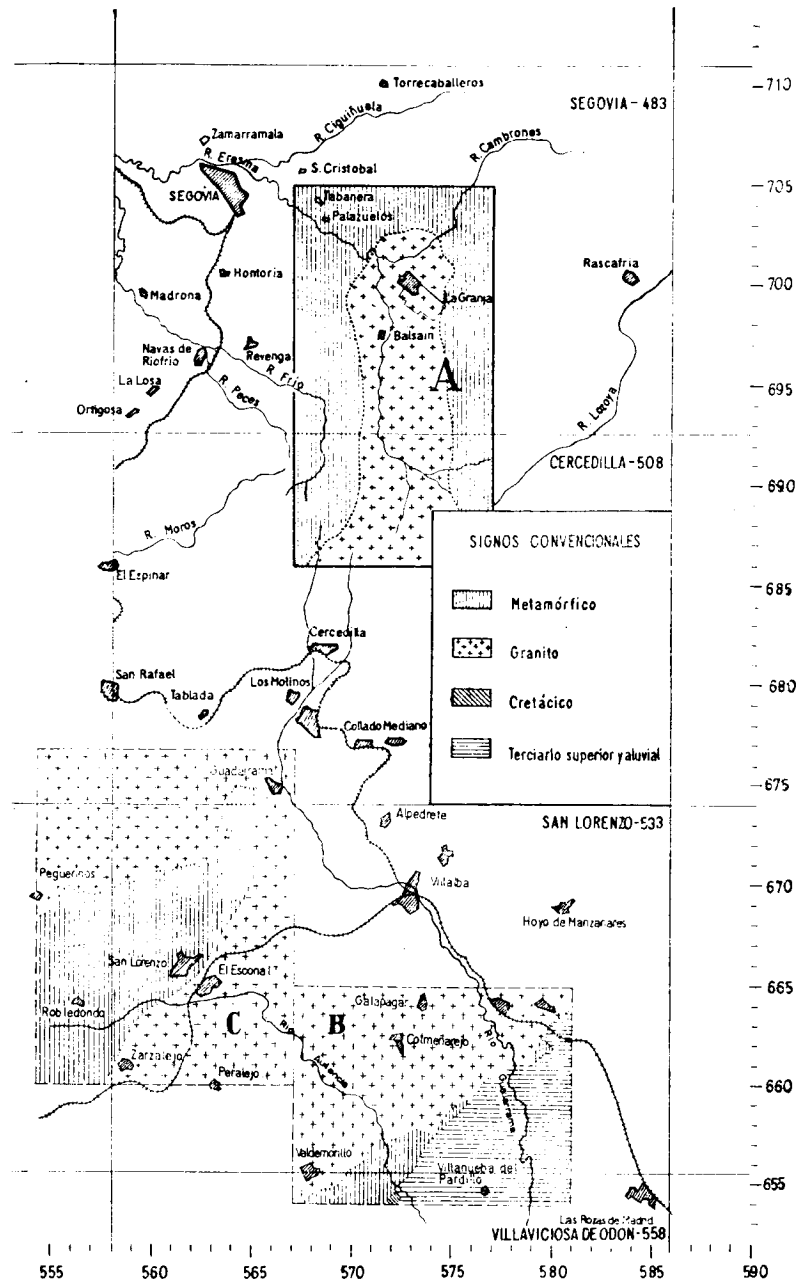


Fig. 1.—Situación de la región estudiada (A) con respecto al Plano Nacional 1:50.000 y a las zonas anteriormente descritas (B y C).

I.—LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS Y SUS LÍMITES

Las rocas de caracteres graníticos cubren los 2/5 de la superficie estudiada (fig. 2) y ocupan el centro del valle, formando el saliente más septentrional de la gran masa granítica de la Sierra de Guadarrama; esta masa, sin pérdida de continuidad, se prolonga por Cercedilla y Villalba hasta el borde S. de la Sierra. En nuestra zona, desde el límite entre las provincias de Madrid y Segovia, penetra hacia el N. como una gran digitación de 4,5 kilómetros de ancho y cerca de 13 kilómetros de largo. Teniendo en cuenta la disposición de esta gran digitación granítica con respecto a la morfología del valle del Eresma se puede comparar a este valle como una gran artesa, cuyo fondo ocupa precisamente el granito y cuyas paredes estarían constituidas por la formación gneíscica que rodea a las rocas granudas por todas partes, excepto por el S.

Entendiendo por granito las rocas de grano variable, sin orientación perceptible en el terreno, y por gneis la roca perfectamente orientada en la que se distinguen con claridad sus estructuras características, el tránsito entre el granito y el gneis que le rodea es brusco y bien definido; por ello se puede trazar el límite en los planos de escala usual (1:50.000 ó 1:25.000) con la suficiente precisión, siempre que no esté recubierto por derrubios, suelo potente o tierras de labor. Como las direcciones de pizarrosidad del gneis quedan casi siempre interrumpidas por el límite del granito, se puede decir que el contacto, en general, es discordante o transgresivo (granitos «à l'emporte-pièce» de la nomenclatura francesa).

El límite occidental de la zona granítica (fig. 2) sube desde el chalet de Peñalara, en el valle de la Fuenfría, hasta el pequeño collado que existe entre las cotas 1.965 y

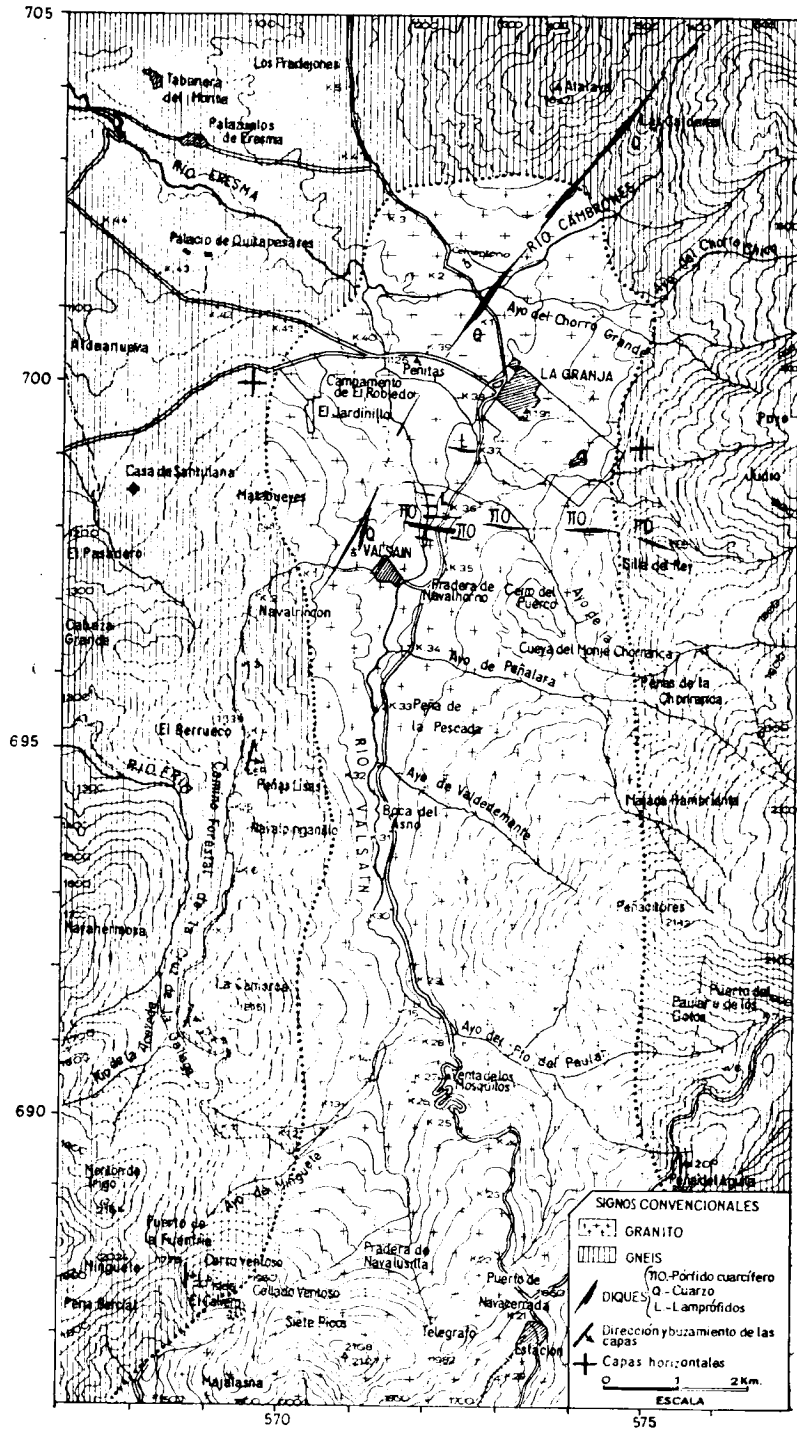


Fig. 2.—Plano geológico de la región del Valle superior del Eresma.

1.950, que forman el Cerro Ventoso, después de faldear este cerro por el lado occidental de El Calvero; desde Cerro Ventoso desciende hacia el valle del Eresma, cruzando el Arroyo Minguete y la carretera forestal de la Cruz de la Gallega a la altura del kilómetro 12,1 (posición actual del mojón); continúa a media ladera por todas las vertientes orientales de la divisoria de las Camorcas hasta el Cerro de Matabueyes, pasa al E. de las casillas de peones camineros de la carretera de Ríofrío y se inflexiona hacia el NE. para cruzar el cauce del Eresma, unos metros aguas abajo de la unión de este río con su afluente el Cambrones.

El límite oriental desciende desde el Collado de las Guarramillas hacia el arroyo del Puerto del Paular, después de cruzar la carretera al Puerto de Cotos, en el kilómetro 3,2; pasa unos metros al O. de la cumbre de Peña Citores (2.182 m.), deja al E. Majada Hambrienta, Peñas de la Chorrancia y Silla del Rey y penetra ligeramente en los Jardines de la Granja por su esquinzado oriental. Desde aquí sigue con la misma dirección hasta la altura de los Chorros, donde se inflexiona con suavidad, flanqueando las vertientes meridionales de la Atalaya para unirse con el límite anteriormente descrito.

En los mapas a escala 1 : 400.000 publicados por el Instituto Geológico y Minero de España (20) se dibuja en el flanco oriental de la formación granítica una digitación que desde esta mancha sigue las cumbres de la divisoria de Peñalara. Nosotros hemos seguido paso a paso el límite en estas zonas y no hemos encontrado al E. de la línea que hemos dibujado otra cosa que gneis; de existir en las cumbres, o tratarse del tan repetidamente mencionado dique de la Laguna de los Pájaros, en la vertiente oriental de Peñalara, estaría completamente aislado de la masa granítica del Valle del Eresma. De la misma manera no he-

mos encontrado motivos que justifiquen un saliente en el límite occidental del granito que hacen llegar hasta Revenga.

II.—MORFOLOGÍA Y TECTÓNICA

El relieve de la zona central de la Sierra de Guadarrama

El Guadarrama, en su parte central, no debe ser considerado como una alineación fundamental con estribaciones supeditadas, aunque con este aspecto se presente al observador situado en Madrid o Segovia. En realidad es un macizo orográfico constituido por una serie de cadenas o sierras independientes, cuya línea de cumbres se conecta por la zona relativamente reducida que en dirección Este-Oeste se extiende desde el alto de las Guarramillas hasta el Montón de Trigo. Estos dos extremos del puente de unión entre las distintas sierras son los verdaderos nudos orográficos que condicionan toda la distribución hidrográfica del Guadarrama Central, pues las partes altas de los cauces fluviales quedan encerradas entre las alineaciones que irradian de estos centros. Así (fig. 3) del alto de las Guarramillas (2.262 m.) surge, en dirección N.-NE., una cadena de cumbres elevadas en la que están la Loma del Noruego (2.003 m.), Peñalara (2.430 m.), Reventón (2.078 metros) y Flecha (2.078 m.). Del mismo centro hacia el Este surge la sierra perfecta de la Cuerda Larga, con Hierro (2.383 m.) como máxima elevación y que no presenta ningún paso por bajo de los 2.000 metros sobre el nivel del mar. La Maliciosa (2.227 m.) y la Sierra de los Porreros (1.678 m.) forman otra alineación que irradia hacia el SE., pero su longitud es reducida, ya que se acaba a la altura de la Pedrizca del Manzanares. Mucho más degradada por la erosión es la zona de elevaciones que se dirige hacia el S., con cerros redondeados como Peña Horcón

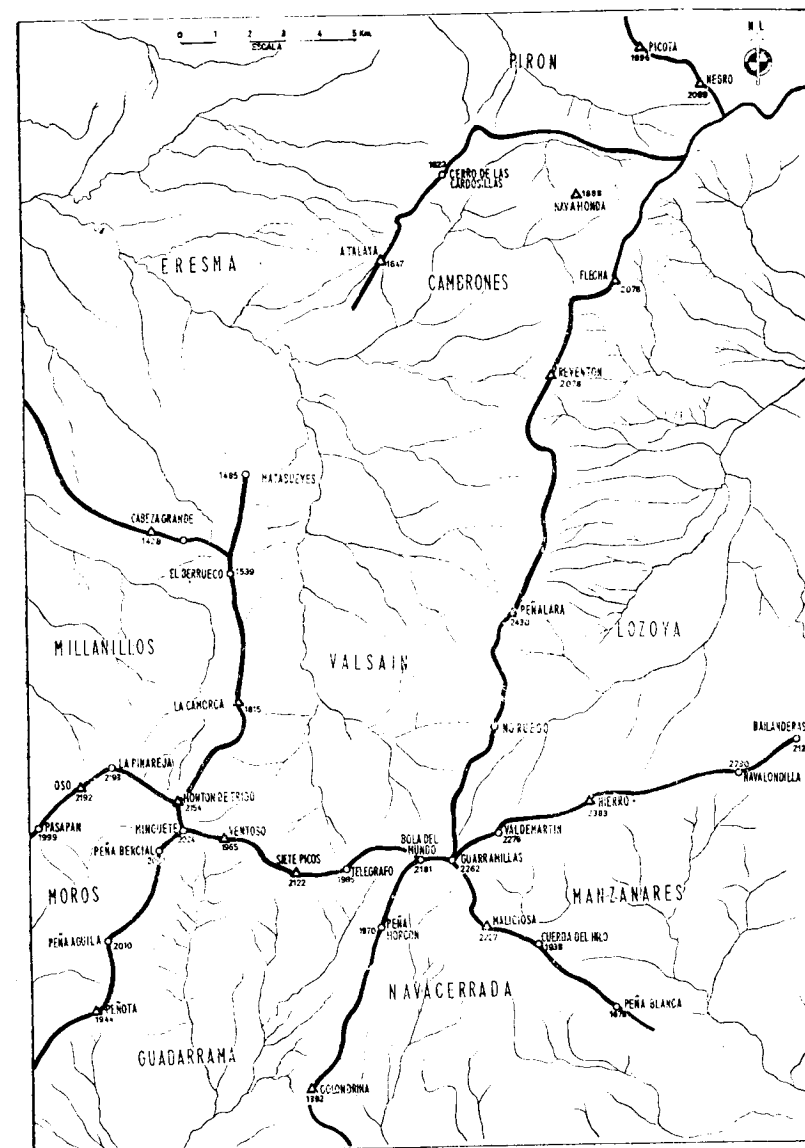


Fig. 3.—Red hidrográfica y divisorias del Guadarrama Central.

(1.870 m.), Golondrina (1.392 m.) y Cabeza Mediana (1.331 m.). Por último, desde el centro de las Guarrami-llas surge hacia el O. la Sierra de Siete Picos (2.127 m.), que establece el enlace con el segundo nudo hidrográfico, el Montón de Trigo (2.154 m.). Desde este último nace, con dirección S., una alineación importante formada por las cumbres de Peña Aguila (2.010 m.), Peñota (1.944 metros), Sevillana (1.556 m.) y Cabeza Lijar (1.824 m.). Hacia el O. se orienta la Sierra de la Mujer Muerta, que culmina en Oso (2.192 m.) y se prolonga por la Sierra de Quintanar (1.936 m.) hasta las inmediaciones de El Espinar. Por último, hacia el N., sale la crestería de la Cruz de la Gallega, que pasa por Las Camorcas (1.815 m.) y El Berrueco (1.539 m.) para acabar en Matabueyes (1.485 metros), al comienzo de la llanura castellana.

Esquematisando una síntesis orográfica para el conjunto de todas ellas, nos encontramos con una dirección general NNE.-SSO. seguida por dos alineaciones paralelas, constituida la oriental por la cadena de Peñalara, que degenera al S. en cumbres muy rebajadas por la erosión, diluyéndose en la plataforma granítica del pie de la Sierra, mientras que la occidental tiene disposición inversa: cotas bajas al N. en la divisoria de Las Camorcas y más elevadas en el ramal que se prolonga hasta empalmar con el resto del Sistema Central. Transversal a estas dos aparece una tercera línea de cumbres con dirección EO., que antes y después de seccionarlas se inflexiona un poco al NE. y SO., respectivamente, en la Cuerda Larga y Mujer Muerta. Precisamente en estos puntos de corte están situados los dos centros hidrográficos a que antes hemos hecho referencia.

Hacia el N. de la divisoria transversal quedarían las cabeceras de los ríos Milanillos, Eresma y Lozoya; hacia el S., los valles del Moros, Guadarrama y Manzanares-

Navacerrada, separados los dos últimos por la Sierra de los Porrones. De los ríos del N. el Lozoya forma parte de la cuenca del Tajo, mientras que de los del S. el río Moros desagua hacia el Duero. La divisoria general entre las dos mesetas es, por tanto, una consecuencia de las directrices NNE.-SSO., que en la parte central del Guadarrama son más importantes e incluso más frecuentes que las EO. ó ESE.-ONO., más visibles al observador al ascender a las cumbres desde las dos mesetas. En trabajos anteriores (8) hemos recalado la importancia que tienen en la constitución geológica de la Sierra las fracturas con esta componente; en este trabajo tendremos de nuevo ocasión de preocuparnos de este problema.

El valle superior del río Eresma

El río Eresma, salvada la Sierra de Guadarrama, tiene su curso dirigido hacia el NO.; es decir, prácticamente normal a las directrices principales de la Sierra; su valle superior, por el contrario, corre paralelo a ellas por estar encajado entre las divisorias de la cuerda Peñalara-Reventón-Flecha y la de Las Camorcas. Las cuencas de recepción de su curso alto son dos: la del río Balsaín que recoge todos los arroyos que descienden de la Sierra de los Siete Picos y Peñalara y la del río Cambrones, que reúne las aguas de la zona de cumbres al N. del Reventón. Uno y otro corren en la misma dirección, aunque en sentido opuesto, hasta unirse poco después de La Granja, formando el Eresma, que sigue un curso normal a los dos anteriores. De la misma forma que el río Balsaín queda aislado por los paredones de Siete Picos, Peñalara y Las Camorcas, abierto hacia el NE., el río Cambrones está perfectamente delimitado por las divisorias del Reventón-Flecha y Lomas de la Atalaya que continúan a grandes

rasgos las de la Camorca y Matabueyes. Existe, por tanto, un portillo relativamente estrecho que sirve para desaguar las dos cuencias de recepción que ha sido utilizado en toda época como paso forzado para buscar los puertos de la Fuenfría y Navacerrada, que flanquean el murallón transversal de Siete Picos y establecen el tráfico entre las dos Castillas en esta zona de la Sierra.

De los dos ramales superiores que forman el curso alto del Eresma el más importante es el del Balsain, pues reúne las aguas y nieves de la zona más elevada y lluviosa de la Sierra, discurriendo por uno de los bosques de pinares mejor conservados del Centro de España; por el contrario, la cuenca del Cambrones está casi totalmente desprovista de vegetación arbórea; de menor superficie y rodeada por cumbres de menor elevación, tiene un caudal más reducido y más irregular que el Balsain.

La cuenca superior del Eresma, labrada en granito y gneis, tiende a reducirse paulatinamente por las capturas efectuadas por los sistemas colaterales del Milanillos al O. y del Pirón al NE. Así todo el valle superior del río Frío o de la Acebeda, profundo y acodado, que hoy pertenece al Milanillos, probablemente correspondería anteriormente al Eresma; las cabeceras de torrentes de la zona alta del Cambrones, con menor poder erosivo que las torrenteras que forman el Pirón, tienden a reducirse en favor de este último.

Tectónica

La forma general de la cuenca superior del Eresma está perfectamente delimitada por una serie de alineaciones montañosas bien definidas y adopta el aspecto general de una artesa, cuya forma obedece a una serie de accidentes tectónicos que afectaron a la Sierra de Guadarrama desde que quedó consolidada como un país de rocas rígidas y

que la han transformado en un conjunto de bloques distintamente levantados. La serie de fracturas que cuarteo el conjunto cristalino tiene dos direcciones fundamentales: una de ellas orientada en posición submeridiana, según rumbos NNE.-SSO., y otra que sigue aproximadamente las direcciones E.-O. u OSO.-ENE., formando ángulos entre 70° y 90° con la anterior. De estos dos sistemas el primero creemos que tiene mayor antigüedad, pues los relieves más recientes y las fracturas más perceptibles están orientados en sentido transversal. El sistema submeridiano en esta región que nosotros estudiamos tiene, sin embargo, mayor importancia que el transversal, pues las alineaciones montañosas fundamentales, las que limitan lateralmente el valle superior del Eresma y al resto de las cabeceras de los ríos de la dos vertientes, son extraordinariamente importantes. Nosotros interpretamos estas alineaciones, de acuerdo con las opiniones de los geólogos que han estudiado la Sierra de Guadarrama (5) (16) (17), como dos grandes macizos tectónicos que dejan a un lado y otro fosas de hundimiento ocupadas actualmente por los valles del Lozoya, Eresma y Milanillos en la mitad septentrional y en la zona meridional los valles del Moros, Guadarrama y Manzanares-Navacerrada.

De estos dos macizos tectónicos el más importante es, sin duda alguna, el de Peñalara, que forma la mayor elevación de la Sierra y que cae en pendientes muy abruptas, tanto hacia el valle del Eresma como hacia el del Lozoya; en la zona por nosotros estudiada las fracturas que han levantado el espigón de Las Camorcas tienen menor importancia, pero más al S. se transforma en otro macizo, bien definido por Peña del Aguila, Peñota y Cabeza Lijar.

Estos sistemas de fracturas submeridianas han compartimentado la parte central del Guadarrama en una serie de depresiones orientadas en dirección NNE.-SSO. que están

escalonadas a medida que se avanza hacia el E. en dirección N. y la convierten en una serie de pequeñas sierras normales con respecto a la dirección general del Macizo Central. Posteriores a ellas son las directrices que condicionan la forma general de la Sierra en las zonas próximas a Gredos y en la propia Sierra de Gredos, y que en nuestra región están representadas por la Cuerda Larga, Siete Picos y Sierra del Quintanar.

III.—PETROGRAFÍA Y PETROGÉNESIS

La formación granítica

Dentro de la zona que estudiamos se pueden distinguir dos tipos principales de granito: uno, que forma el fondo del Valle del Eresma, de grano medio con mucha plagioclasa, con estructura zonal bien manifiesta y bastante proporción de biotita, y otro, que existe en las zonas elevadas de la Sierra de Siete Picos, con menos proporción de feldespato calcoalcalino (poco zonal en general) y de minerales micáceos. En ambos el feldespato alcalino suele ser microclina o las fases de transformación de ortosa en microclina. En el primero son frecuentes las variaciones locales de composición, pero en el segundo la homogeneidad es casi completa a lo largo de amplias extensiones, diferenciándose perfectamente en el terreno por sus tonalidades más claras (con frecuencia rosadas), grano muy grueso, carencia de inclusiones o gabarros, tan frecuentes en el tipo anterior, y fractura agria e irregular.

Estos dos tipos de granitos corresponden, según creemos, a dos períodos de actividad formativa diferentes, pues están bastante bien delimitados en el terreno; el más antiguo debe ser el de grano medio y más básico que está relacionado directamente con el gneis y cubre la totalidad

de los zócalos marginales de la Sierra (zonas de Villalba, Torrelodones, El Escorial, etc., al S.; zona de La Granja y Segovia, al N.); el más moderno, situado siempre en las zonas montañosas de relieves más ásperos, sería el de grano grueso y más ácido que forma núcleos o domos bastante delimitados entre el anterior (La Cabrera, Pedriza, Siete Picos, Valle de los Caídos, Almenara, etc.), alineados según una banda que sigue la dirección general del macizo montañoso del Guadarrama.

Intensidad del metamorfismo

La formación metamórfica que rodea al granito del Valle del Eresma es muy homogénea, ya que está constituida en su mayor parte por gneis glandulares bastante feldespáticos y con elevada proporción de minerales micáceos (con biotita dominando sobre la moscovita); existen, de vez en cuando, capas de gneis más claros, con estructuras de orientación menos perceptibles, gran proporción de cuarzo y moscovita muy abundante; también hay capas de gneis micáceos, menos feldespáticos que los glandulares, con estructuras pizarrosas muy marcadas y análoga composición mineralógica que el tipo dominante.

Todas estas variedades son más bien estructurales, pues las diferencias mineralógicas que existen entre ellas son casi exclusivamente de naturaleza cuantitativa. En todas ellas existen cuarzo, feldespatos alcalinos y calcoalcalinos y uno o dos de los minerales micáceos. Las paragénesis posibles son:

Cuarzo	Microclina	Oligoclasa	Biotita	
Cuarzo	Microclina	Oligoclasa	Moscovita	
Cuarzo	Microclina	Oligoclasa	Biotita	Moscovita

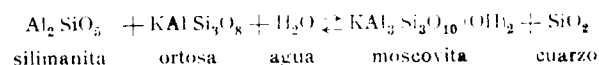
Estas asociaciones corresponden a una intensidad de metamorfismo medio de carácter regional y encajan per-

fectamente dentro de la facies de las anfíbolitas de P. Eskola (1) (18) en la subfacies «cordierita-antofilita» (19).

Como en otras zonas meridionales de la Sierra de Guadarrama que ya hemos estudiado (8) (9) aparecen gneis glandulares en los que existe, además de los minerales anteriores, algo de silimanita asociada con la moscovita, y otros en los que hay granate almandino en proporción no muy elevada. Las paragénesis de estas rocas son:

Cuarzo Microclina Oligoclasa Biotita Moscovita Silimanita
Cuarzo Microclina Oligoclasa Biotita Moscovita Almandino

Sin embargo, dentro de la facies de las anfíbolitas, en sus tramos de metamorfismo regional, no debería considerarse como estable la primera asociación mineralógica, pues el exceso de alumina representado por la silimanita debería ser bloqueado por el feldespato alcalino que existe siempre en estas rocas y originar una nueva cantidad de moscovita (12):

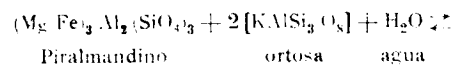


silimanita ortosa agua moscovita cuarzo

Facies elevadas

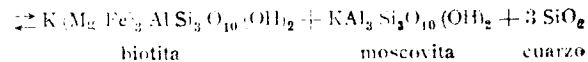
Facies de las anfíbolitas

Lo mismo puede decirse de la asociación almandino-microclina, ya que dentro de las condiciones de presión y temperatura de la facies de las anfíbolitas este conjunto inestable debería ser sustituido por el de moscovita-biotita:



Piralmándino ortosa agua

Facies elevadas



biotita moscovita cuarzo

Facies de las anfíbolitas

En estas dos reacciones los conjuntos situados a la izquierda (silimanita + ortosa y almandino + ortosa) corresponden a facies de metamorfismo más elevado (granulitas, facies y subfacies de metamorfismo térmico intenso), por lo que hay que concluir que estos minerales que existen en desequilibrio con el resto de los componentes de la roca no son minerales residuales por haber actuado durante poco tiempo los agentes metamórficos, sino minerales de neoformación que han hecho su aparición, bien porque hayan existido dentro del macizo metamórfico aumentos locales de las condiciones físicas o porque algún componente de los que intervienen en las reacciones las haya desplazado hacia la izquierda, adelantando el campo de estabilidad de la silimanita y del almandino.

Las condiciones y naturaleza de los productos metamórficos de esta región son, por tanto, totalmente análogos a los que hemos descrito en las regiones meridionales de la Sierra de Guadarrama en las cercanías de Valdemorillo (8) y El Escorial (9).

Concluimos, a la vista de todos estos datos, que los gneis glandulares y rocas metamórficas a ellos asociadas se han formado en las condiciones de presión y temperatura que corresponden a la facies de las anfíbolitas. La mayor parte pueden incluirse dentro de la subfacies «cordierita-antofilita», aunque localmente existen algunas que se acercan a la subfacies «silimanita-almandino».

En las zonas al N. de la divisoria del Guadarrama parecen ser menos abundantes las rocas procedentes del metamorfismo de sedimentos calcáreos, muy frecuentes entre los gneis de las zonas meridionales. Dentro del rectángulo que estudiamos no hemos encontrado ningún afloramiento *in situ* de calizas cristalinas o rocas a ellas asociadas, pero no descartamos la posibilidad de que puedan existir, pues hemos recogido cantos sueltos de rocas con muchos piroxe-

nos cálcicos que deben proceder de sedimentos ricos en calcio y magnesio. Al E. de nuestra zona, y muy cerca de su límite, han sido descritos afloramientos de rocas cálcicas por J. Carandell (3). Al O., en el Soto de Revenga, en Hontoria y en Río Frio, han sido citados algunos yacimientos por R. Breñosa (2); hemos tenido ocasión de observar sus preparaciones originales y comprobar que son muy análogas a las descritas por nosotros en la zona de El Escorial (9).

El origen sedimentario de la formación metamórfica del centro del Guadarrama parece fuera de toda duda; la existencia de un gran exceso aluminico en los gneis glandulares y la presencia de calizas cristalinas interstratificadas serían muy difíciles de explicar en cualquier otra teoría. La monotonía de la formación atestigua que la masa sedimentaria debía tener espesores extraordinarios y variaciones poco importantes en su composición. Lo más probable es que en sus orígenes fuera una formación margo-arcillosa de gran profundidad, con sedimentos calcáreos intercalados localmente. La composición actual del gneis está bastante alejada de los sedimentos de este tipo, por lo que hay que admitir que durante su recristalización deben haber existido modificaciones de la composición primitiva bastante acentuadas.

El contacto granito-gneis

En la zona de borde entre las rocas graníticas y las formaciones metamórficas encajantes se han buscado siempre los datos que puedan servir para fijar la edad relativa de los conjuntos y para deducir las condiciones de formación de las masas graníticas. En esta zona de la Sierra de Guadarrama existen, por un lado, rocas típicamente gráni-

ticas sin estructuras de orientación perceptibles a simple vista, y por otro, gneis glandulares («augen gneis») con estructuras de orientación muy marcadas y visibles, aun en ejemplares aislados de tamaños reducidos. Aunque entre unas y otras los contrastes mineralógicos no son muy acentuados, las características estructurales son tan diferentes que ha de admitirse sin reservas que los factores que han condicionado la formación de cada uno de los dos conjuntos son distintos cualitativa o al menos cuantitativamente.

En algunos sitios del contacto el paso de una a otra roca es brusco y sin transición; desde el gneis de características idénticas al alejado del contacto se pasa a un granito prácticamente igual al que existe en el centro del macizo; hay un plano perfectamente definido que marca, por tanto, una discordancia acentuada entre los dos tipos de rocas, tan violenta que en algunas ocasiones (fig. 6) las glándulas de feldespatos del gneis quedan cercenadas por la masa granítica.

Sin embargo, hay que indicar que esta modalidad de contacto no es exclusiva en la zona del río Eresma, como no lo es tampoco en el conjunto de la Sierra de Guadarrama. En otros puntos, el contacto es una zona difusa en la que existen tipos de rocas intermedios entre las dos formaciones: el granito cercano al contacto se transforma en un granito porfiroide con grandes cristales idiomorfos de feldespatos (de 2 a 5 cm. por término medio); los cristales de feldespatos suelen estar en posiciones arbitrarias, pero en zonas progresivamente cercanas al gneis tienen sus ejes *c* paralelos a la dirección de las capas de gneis; de este granito gneísico se pasa insensiblemente por aumento de la proporción de fenoblastos feldespáticos, en los que progresivamente se pierde el idiomorfismo primitivo, al

gneis glandular típico de la formación metamórfica. Puede hablarse en estos casos de una transición insensible e indefinida entre los dos tipos de roca, pero esta transición se establece dentro de una banda estrecha de unas decenas de metros y en ocasiones de anchura muy reducida.

En otros sitios la transición gneis-granito está marcada por una zona de rocas ácidas y pobres en elementos ferromagnesianos con estructura aplítica que en unos puntos tiene caracteres de gneis ácido y en otros de granito aplítico.

Esta variación de las modalidades del contacto indica, según nuestra opinión, que las relaciones entre gneis y granito son mucho más complejas que lo que a primera vista pudiera sospecharse. Si consideramos no sólo la pequeña zona que ahora estudiamos, sino el conjunto del borde de la gran masa granítica del Guadarrama Central, los tipos de contacto son aún más numerosos (8) (9). No es posible, por tanto, apoyándose en una sola teoría petrogenética, sea del cariz que sea, explicar satisfactoriamente todos o gran parte de los fenómenos reales que son perceptibles en el terreno. Los factores que han intervenido en la formación de este granito deben ser variados y su intensidad de acción debe ser diferente en unos puntos y otros.

Un hecho que ya hemos señalado en otras regiones de la Sierra (9) es que el gneis no queda modificado mineralógicamente en el contacto con el granito; en ningún punto hemos observado aureolas que puedan relacionarse con una elevación de las temperaturas dentro de la formación metamórfica a consecuencia de la proximidad de la masa granítica, lo cual debe interpretarse como una consecuencia del equilibrio mineralógico general que existe entre los dos tipos de rocas formadas aproximadamente por los mismos minerales; cualquiera que fuera el proceso de forma-

ción del granito no pueden esperarse cambios mineralógicos profundos perceptibles con amplitud sobre el terreno dentro de la formación metamórfica, ya que el conjunto mineralógico de los gneis es bastante estable dentro del margen de condiciones físicas en las que se forma el granito.

Hemos encontrado con frecuencia en el granito que existe en contacto con el gneis enclaves de esta última roca completamente aislados de la masa metamórfica (fig. 7); este fenómeno se repite en muchos otros puntos del contacto y le hemos descrito ya en la zona de Valdemorillo (8). Los enclaves tienen dimensiones muy variables, desde unos cuantos decímetros en su eje mayor hasta varias decenas de metros; son bloques unas veces angulosos, otras redondeados que quedan en posiciones variables dentro del granito, desorientados entre sí y con respecto a la formación metamórfica adyacente. Pueden, por tanto, ser clasificados como inclusiones *enclavadas* o como xenolitos típicos, pues sus caracteres mineralógicos y estructurales son en todo análogos a los de la formación metamórfica. No es posible considerarlos como residuos de una transformación *in situ* de los gneis, pues en este caso los enclaves tendrían que tener la misma orientación general que el macizo metamórfico situado a muy pocos metros de distancia, que tiene disposición monoclinial y no está plegado o retorcido en pequeña escala; es frecuente encontrar casi en contacto enclaves de gneis de características diferentes, que parecen corresponder a capas también diferentes relativamente alejadas entre sí dentro de la formación metamórfica.

Estos xenolitos sufren una serie de modificaciones mineralógicas y estructurales en las que pierden todo vestigio de su naturaleza originaria: el primer paso en la transformación es la pérdida gradual de la estructura glandular, tanto por la «difuminación» de las glándulas de feldes-

pato como por la dispersión y desorientación de las láminas de mica; resulta con ello (fig. 8) una roca que, observada en el terreno, tiene el aspecto de una roca granuda poco homogénea, en la que se perciben de vez en cuando reliquias de la estructura gneílica originaria; por desaparición total de esta estructura se llega (fig. 9) a una roca granítica de grano medio a fino, pero mucho más rica en biotita que el granito encajante, del que destaca perfectamente por su tonalidad de color más oscuro. Los enclaves de gneis y sus transformaciones graduales hacia la roca granítica más básica que el granito encajante están rodeados en casi todos los casos por una aureola feldespática o cuarzofeldespática con estructura pegmatítica de grano grueso de unos centímetros de espesor (fig. 10). Los enclaves procedentes de la transformación de los xenolitos primitivos pueden denominarse, según la nomenclatura de A. Lacroix, *enclaves endopolígenos*, ya que han perdido totalmente sus caracteres originarios.

Mezclados con los gneis sin transformar y con las inclusiones de granito más básico procedentes de ellos existen en gran abundancia otros enclaves redondeados u ovalados aún más ricos en biotita que estos últimos y con gran proporción de plagioclasa; tienen en general grano mucho más fino que los enclaves de granito básico, pero existen entre unos y otros tipos de características intermedias; son los clásicos «gabarros» de los canteros del centro de España, que existen no sólo en estas zonas próximas al contacto con enclaves de gneis, sino también en zonas del granito muy alejadas de los contactos de las regiones metamórficas (figs. 11 y 12).

Entre los enclaves de granito básico sin rastro de orientación que recuerde su antecesor gneísico y estos otros de composición diorítica aparecen todos los términos de tránsito imaginables, por lo cual creemos que estas inclusiones

básicas, microdioríticas, son la fase final de la evolución del gneis glandular xenolítico dentro del granito. Esta serie de transformaciones estructurales y mineralógicas se han realizado sin desaparición de la masa gneílica como conjunto sólido primitivamente enclavado, pues el paso de gneis glandular a granito o granodiorita, más rico en mica y de grano más fino, ha sido una recristalización dentro de la masa con desaparición de la estructura anterior; el fenómeno es mucho más complicado cuando se trata del granito básico, transformándose en la roca de grano fino muy rica en mica y plagioclasa (con muy poco feldespato alcalino y sin cuarzo en los términos finales), ya que se verifica una contracción de volumen del calificado como enclave (los gabarros tienen unos 20 centímetros por término medio en su eje mayor). Hay, por tanto, un proceso de basificación relacionado con una pérdida de volumen, lo cual supone una expulsión principalmente de las materias cuarzofeldespáticas y su incorporación al granito. La banda pegmatítica que rodea a las inclusiones gneílicas y a los enclaves en período de basificación puede, por tanto, interpretarse como el material feldespático, exudado del xenolítico, que se incorpora progresivamente a la masa granítica dejando un residuo básico (el gabarro) que representa el exceso de materiales del gneis con respecto a la composición del granito encajante. La composición del granito queda poco modificada por la presencia del gneis, o, en todo caso, ligeramente acidificada, ya que el borde pegmatítico que rodea los enclaves está casi exclusivamente formado por cuarzo y feldespato alcalino.

Existe, por tanto, en los enclaves de gneis de los granitos de estas zonas del Guadarrama un proceso de basificación análogo, a grandes rasgos, al descrito por D. L. Reynolds (13) (14) en otras regiones donde se presentan fenómenos parecidos, aunque en nuestro caso la basifica-

ción se ha producido por concentración selectiva de los componentes micáceos y plagioclásicos. La citada autora describe, además, fenómenos posteriores de granitización de la masa básica, pero como en esta zona y, en general, en amplias extensiones del Guadarrama Central hemos encontrado gabarros dentro del granito que no han continuado su transformación suponemos que el proceso ha quedado, en muchos casos, interrumpido al final de la primera fase por no existir energía suficiente en el granito que se estaba formando para homogeneizar totalmente estos materiales extraños. Aunque no con mucha frecuencia hemos encontrado gabarros con manchas difusas de estructura y composición granítica que pueden ser interpretados como representantes de los períodos de transformación en granito. También hay amplias zonas del Guadarrama donde el granito es muy homogéneo y de grano grueso, sin contener inclusiones básicas de ningún tipo, que representaría al que ha proseguido y completado su evolución.

Los enclaves de gneis y sus distintas fases de transformación en granito básico o gabarro diorítico están íntimamente mezclados en las zonas próximas al contacto; algunas veces están concentrados en zonas reducidas y tan cercanos unos de otros que quedan sólo separados entre sí por una estrecha banda cuarzo-feldespática (fig. 11); puede hablarse en estos casos de la existencia de verdaderas *agmatitas* en las que la proporción de material granítico encajante es menor que la de enclaves incluidos. No existe ninguna correlación dentro de la zona marginal del granito entre la intensidad de la transformación del enclave y la proximidad o lejanía al contacto con la masa metamórfica, pues hemos encontrado, a solamente unos metros del contacto, gneis totalmente transformados, mientras que a 100 ó 200 metros dentro del granito existen enclaves que conservan aún todas sus características estructurales primiti-

vas; tampoco hay correlación con respecto al volumen primitivo del enclave, pues aparecen algunos de gran tamaño

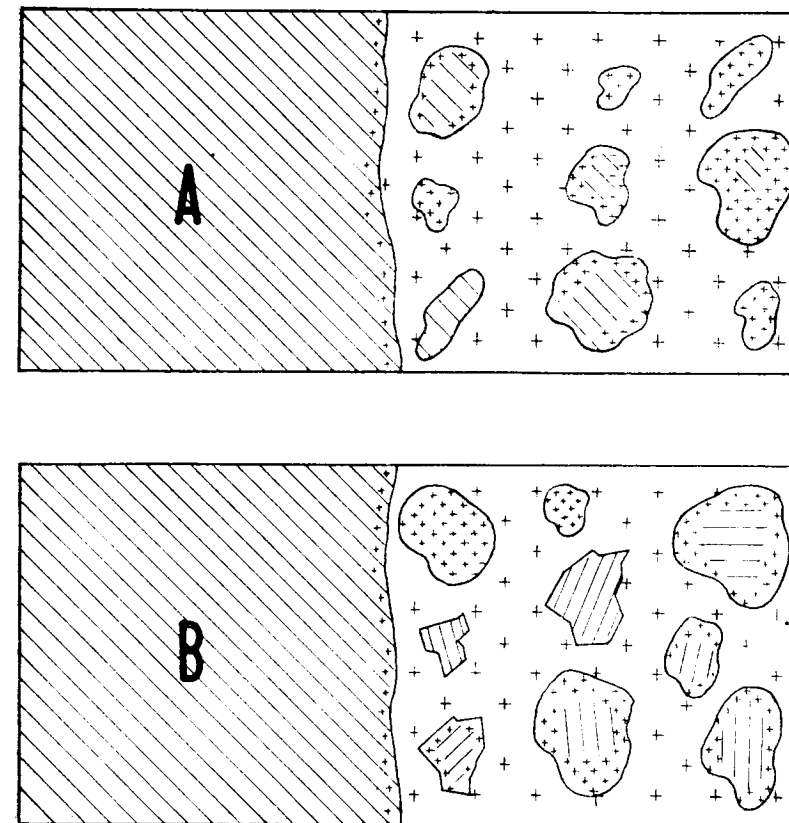


Fig. 4.—A: Interpretación esquemática de la posición y fases de transformación de los enclaves en una concepción macroestática de la formación del granito. B: Disposición real de los enclaves de gneis y sus fases de transformación que implica una movilidad de la masa granítica antes de su consolidación definitiva.

cerca de la formación metamórfica, que están totalmente transformados, mientras que otros, varios miles de veces más pequeños, quedan sin transformar, pese a su lejanía del contacto.

Esta irregularidad de la distribución de los enclaves y la mezcolanza espacial completa de las distintas fases de la transformación no puede ser explicada por una teoría macroestática en la que se admita un frente progresivo de avance de la formación del granito con transformación *in situ* de los gneis, pues entonces tendrían que cumplirse las anteriores correlaciones espaciales. También quedaría sin explicación satisfactoria el hecho de que los enclaves de gneis en los que aún se conserva la estructura originaria estén totalmente desorientados.

A la vista de todos estos datos deducimos que la posición actual de estos enclaves está condicionada por una fragmentación del macizo gneísico originario y una movilidad del tipo que sea en la masa granítica antes de su consolidación definitiva, por la cual los enclaves y sus productos de transformación han sido desplazados, ocupando posiciones y lugares distintos de los que tuvieron antes de la formación del granito (fig. 4).

La existencia de gabarros en granitos muy alejados de los contactos actualmente visibles con los gneis creemos que puede ser explicada suponiendo que la superficie de separación granito-gneis en estas zonas no estuvo muy lejos de la superficie de erosión actual, por lo cual representarían el techo de la formación granítica.

Formaciones filonianas

En la región del Valle del Eresma son muy abundantes las rocas llamadas filonianas, que atraviesan o están intercaladas en el conjunto granítico gneísico; corresponden a varios ciclos de distinta basicidad, formado cada uno de ellos en períodos diferentes: lamprófidos y rocas básicas de grano fino, pórfidos cuarcíferos, aplitas y pegmatitas, cuarzo.

En unas notas anteriores uno de nosotros (J. M.^a Fúster, 6, 7) ha fijado las características químicas y mineralógicas de las rocas correspondientes a los dos primeros tipos que fueron descritas o mencionadas por R. Breñosa (2), D. Cortázar (4) y J. Macpherson (10); forman verdaderos diques, en general de tan poca potencia que no pueden ser representados adecuadamente en planos de escala reducida. Según el trabajo mencionado en primer lugar, las rocas básicas y porfídicas de estas regiones forman diques de dilatación rellenos por materiales magmáticos posteriores a la formación definitiva del conjunto granítico. En la formación de los lamprófidos se reconocía la importancia que tienen en su composición mineralógica actual los procesos de asimilación de las rocas graníticas encajantes que son incorporadas al magma básico originario.

El estudio de nuevos materiales nos lleva a la conclusión de que el grupo lamprófídico es mucho más heterogéneo que lo que a primera vista pudiera parecer; hemos encontrado todas las transiciones entre verdaderas rocas basálticas (diabasas o microdiabasas) sin apenas modificar su composición, constituidas exclusivamente por piroxeno augítico y plagioclasa básica y lamprófidos micáceos o micáceo-anfibólicos, en los que existe cuarzo y feldespato alcalino-potásico en gran proporción.

Todas estas variaciones de las rocas basálticas primitivas que originan por acidificación y feldespatización los variados tipos del grupo lamprófídico serán estudiados con más detalle en un trabajo posterior; podemos adelantar que estas modificaciones pueden ser explicadas satisfactoriamente admitiendo fenómenos de asimilación y contaminación del material básico por el granito encajante.

Las formaciones de rocas cuarzofeldespáticas con estructuras apliticas y pegmatíticas son también de dimensiones reducidas, pues varían en anchura desde unos milí-

metros hasta poco más de un decímetro. Los diques o vénulas que con respecto al gneis glandular pueden ser concordantes o discordantes (fig. 13) son más frecuentes en las zonas próximas al contacto entre las dos formaciones o en la zona gneísica y poco abundantes en las zonas graníticas. En la zona denominada El Calvero, en las proximidades del puerto de la Fuenfría, es posible estudiar (figura 5) bien las relaciones espaciales entre las distintas rocas en los desmontes producidos por una carretera en construcción; con caracteres análogos, aunque menos perceptibles, hemos visto fenómenos parecidos todo a lo largo del contacto entre el granito y el gneis.

Las vénulas y diquecillos de aplita atraviesan, indistintamente, las rocas graníticas típicas y los enclaves de gneis, aquí más o menos transformados en una masa de granito más básico y de grano más fino que el de la región; se orientan según una serie de direcciones fundamentales que hay que atribuir, teniendo en cuenta su morfología, a antiguas direcciones potenciales de fractura o a líneas de mínima tensión, ya que en la actualidad no existe ningún fenómeno cataclástico o de rotura dentro del granito que siga estas direcciones; el granito, los enclaves y las vénulas de aplitas forman una masa continua desde el punto de vista mecánico. Las vénulas se bifurcan o anastomosan, se ensanchan o adelgazan para desaparecer insensiblemente, y son tan abundantes que es imposible prácticamente realizar la representación de todas ellas. Hay zonas, incluso, donde la vénula se señala como una pincelada indecisa más clara dentro de la masa del granito, con el que no presenta bordes netos ni individualidad definida; es perceptible desde lejos, pero al descender al detalle o a la observación microscópica sólo se puede hablar de una zona del granito donde son más abundantes el cuarzo y el feldespato a lo largo de una dirección. Si la vénula está en-

cajada en el gneis (fig. 13) se siguen observando en él las trazas y disposición de la primitiva estructura glandular;



Fig 5.—Reproducción esquemática de la red de filones aplítico-pegmatíticos en el granito del contacto de la Fuenfría. En negro, aplitas y pegmatitas; en punteado, granito de grano medio dominante en la región; en blanco, granito de grano fino procedente de la transformación de enclaves de gneis.

ante la observación visual parece solamente como si el gneis se hubiera «desteñido» a lo largo de una banda estrecha.

Creemos que todos estos datos indican, sin lugar a dudas, que estas formaciones venulares de aplitas se han for-

mado por metasomatismo cuarzo-feldespático en zonas de tensión mínima, según procesos análogos a los puestos de manifiesto por H. Ramberg (12) (15).

Además de estas vénulas estrechas existen formaciones más anchas, a veces de algunos decímetros de espesor, que tienen características filonianas más definidas. Un ejemplo de ellas es el dique del centro de la figura 5 formado por rocas pegmatíticas (en los contactos) y aplíticas (en el centro). En él se puede observar un paralelismo bastante riguroso de sus paredes, un contacto bastante neto, teniendo en cuenta sus dimensiones y una serie de fenómenos de escalonado («of-setting») que hacen pensar en una fracturación subsiguiente a su formación.

Si se supone que este dique se ha formado por un proceso de dilatación con inyección consecutiva, es difícil reproducir la serie de movimientos que habría que realizar para llevar las rocas encajantes a su total coincidencia, si bien es verdad que por existir solamente un plano de observación pueden admitirse desplazamientos en otras direcciones del espacio que enmascaren la serie compleja de movimientos. No se puede deducir por ello con seguridad la génesis de este tipo de formaciones filonianas.

También hay en algunos puntos del granito masas irregulares y poco definidas de lo que llamamos «pegmatitas difusas» que tienen apariencias de pequeñas bolsadas y que carecen por completo de características filonianas.

Por último, podemos mencionar la existencia de potentes diques de cuarzo lechoso que se pueden seguir durante varios kilómetros y que están relacionados con zonas de intensa fractura en el granito. El más importante, representado en nuestro plano, es el que cruza desde las laderas meridionales de la Atalaya hasta el cementerio de Balsafín, que ha sido explotado en algunos puntos como materia prima para la fabricación de vidrio. Este dique en algunas

zonas queda reducido a una red amplia de estrechas vénulas paralelas de cuarzo entre las que queda un granito totalmente alterado y roto donde la moscovita o sericita ha sustituido a todos los minerales preexistentes, excepto al cuarzo.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BARTH, T. F. W., CORRENS, C. N. und ESKOLA, P.: *Die Entstehung der Gesteine*. Berlin, 1939.
- (2) BREÑOSA, R.: *Las porfiritas y las microdioritas de San Ildefonso y sus contornos*. Ann. Soc. Esp. H. Nat., t. 13, pp. 279-306, 1884.
- (3) CARANDELL, J.: *Las calizas cristalinas del Guadarrama*. Trab. Mus. Nac. C. Nat., ser. Geol., núm. 8, Madrid, 1914.
- (4) CORTÁZAR, D. DE: *Descripción física y geológica de la provincia de Segovia*. Bol. Com. Mapa Geol. de España, t. 17, 1890.
- (5) FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: *Monografía geológica del Valle de Lozoya*. Trab. Mus. Nac. C. Nat., ser. Geol., núm. 12, Madrid, 1915.
- (6) FÚSTER, J. M.^a: *Rocas de España central. III: Granitos y lamprófidos del Puerto de Navacerrada (Segovia)*. Est. Geol., núm. 14, pp. 431-441, 1951.
- (7) — e IBARROLA, E.: *Rocas de España central. IV: Pórpidos y lamprófidos magmáticos de La Granja (Segovia)*. Est. Geol., número 18, pp. 193-224, 1952.
- (8) — y DE PEDRO, F.: *Estudio geológico del borde meridional de la Sierra de Guadarrama entre Torrelodones y Valdemorillo*. NOT. Y COM. INST. GEOL. MIN. ESPAÑA, núm. 35, pp. 43-70, 1954.
- (9) — y —: *Estudio geológico del macizo metamórfico de Abantos (Sierra de Guadarrama)*. NOT. Y COM. INST. GEOL. MIN. ESPAÑA, núm. 36, pp. 49-77, 1954.
- (10) MACPHERSON, J.: *De las relaciones entre las rocas graníticas y porfídicas*. Ann. Soc. Esp. H. Nat., t. 9, pp. 135-160, 1880.
- (11) —: *Ensayo de historia evolutiva de la Península Ibérica*. Ann. Soc. Esp. H. Nat., t. 10, 1901.
- (12) RAMBERG, H.: *The origin of metamorphic and metasomatic rocks*. Chicago, 1952.
- (13) REYNOLDS, D. L.: *The sequence of geochemical changes leading to granitization*. Geol. Soc. London Quart. Journ., vol. 102, páginas 389-446, 1946.
- (14) —: *The association of basic «fronts» with granitization*. Sci. Progress, vol. 35, pp. 205-219, 1947.
- (15) SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *Las pegmatitas, su naturaleza, división, condiciones geológicas de yacimiento y génesis e importancia metalogénica*. Las Ciencias, año 18, núm. 1, pp. 48-65, 1953.

- (16) SCHWENZNER, J. E.: *Zur Morphologie des zentralspanischen Hochlandes*. Geograph. Abhandl., 3 Reihe, Hf. 10. 1936.
- (17) — *La morfología de la región montañosa central de la meseta española*. Bol. Real Soc. Esp. H. Nat., vol. 41, pp. 121-147. 1953.
- (18) TURNER, F. J.: *Mineralogical and structural evolution of the metamorphic rocks*. Mem. Geol. Soc. America, núm. 30. 1948.
- (19) — and VERHOOGEN, J.: *Igneous and metamorphic petrology*. New York, 1951.
- (20) INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Mapa geológico de España, 1 : 400.000, hoja núm. 28. 1953.*

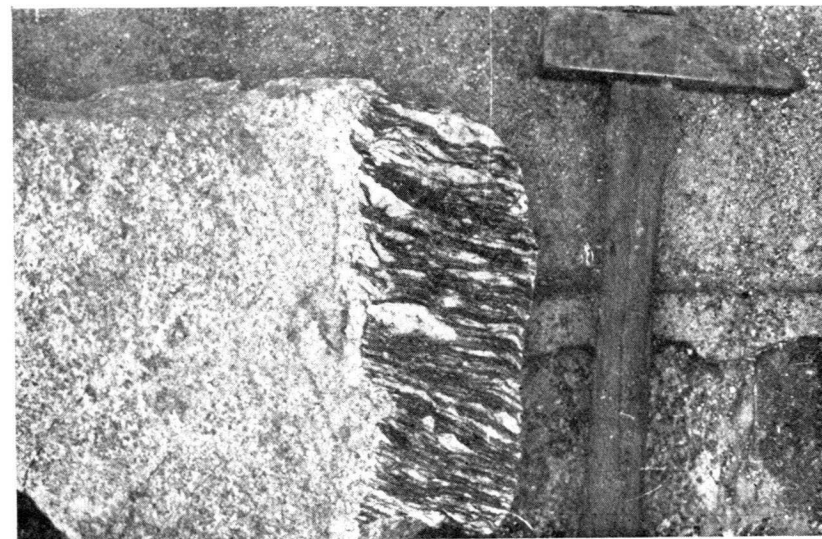


Fig. 6.—Contacto discordante y brusco entre el granito y el gneis de la zona de la Fuenfria. Muestra procedente de El Calvero.

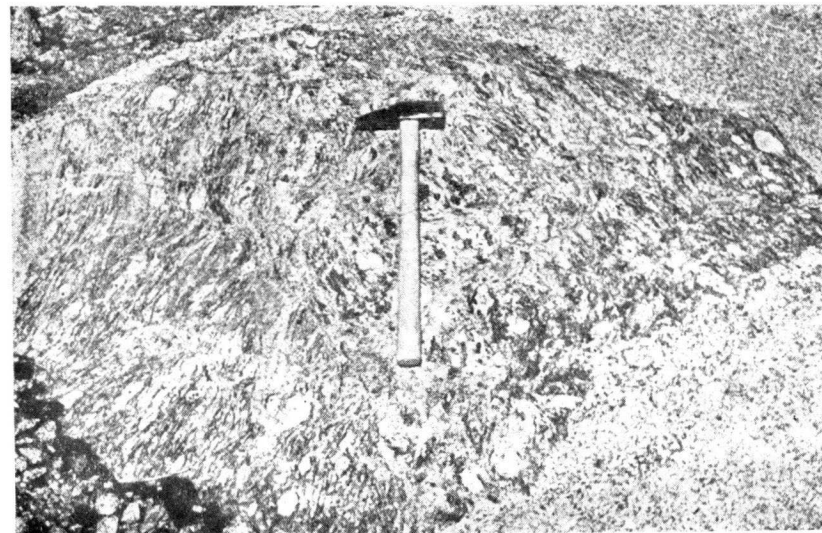


Fig. 7.—Enclave de gneis glandular dentro de la formación granítica.



Fig. 8.—Enclave de gneis en el que la estructura original se difumina parcialmente (contacto de la Fuenfría).

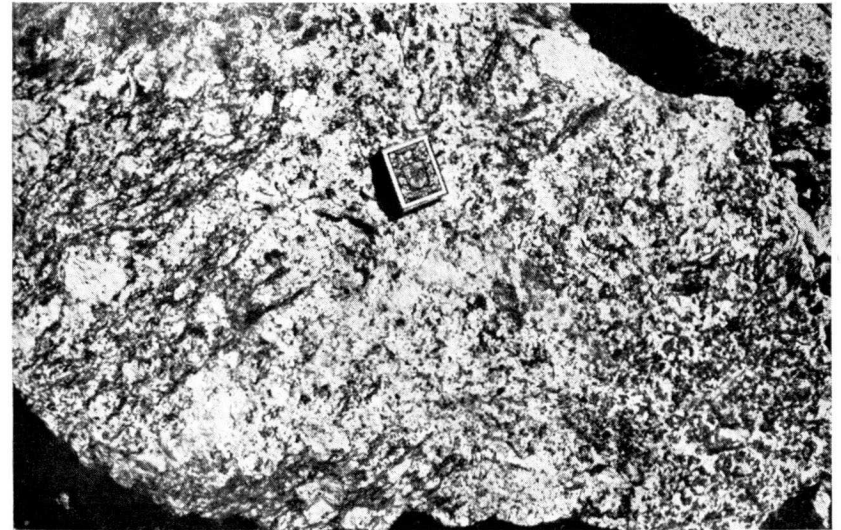


Fig. 9.—Fragmento de un gran enclave de gneis en período de transformación. En la parte izquierda aún se perciben residuos de la orientación primitiva. La zona de la derecha está completamente transformada en granito básico de grano medio (contacto de la Fuenfría).

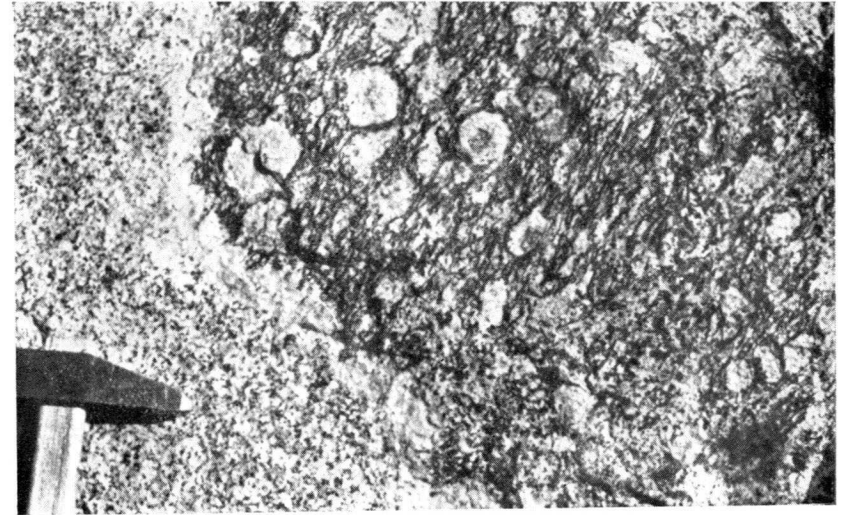


Fig. 10.—Enclave de gneís con un borde estrecho pegmatítico en su contacto con el granito (contacto de la Fuenfría).

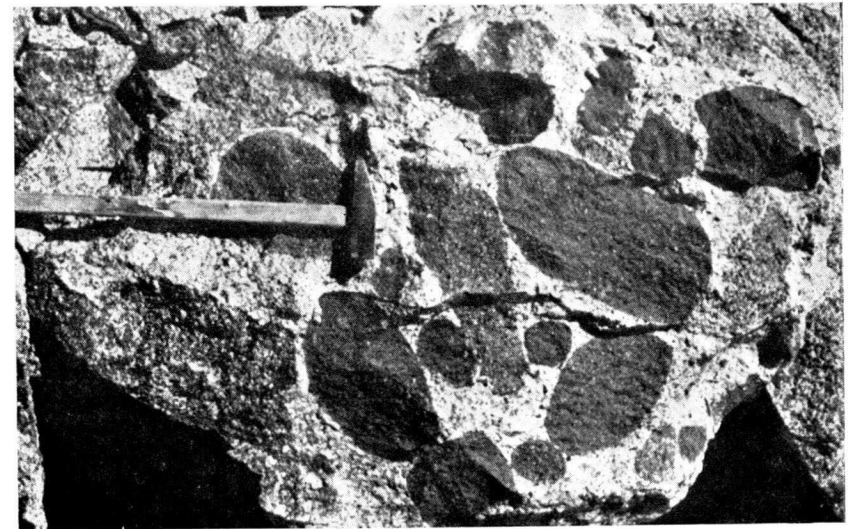


Fig. 11.—Agrupación «agmatítica» de gabarros y enclaves de gneís transformados. Las rocas claras entre las masas básicas son de naturaleza pegmatítica (contacto de la Fuenfría).



Fig. 12.—Aglomeración de gabarros en distintos períodos de su evolución (contacto de la Fuenfria).

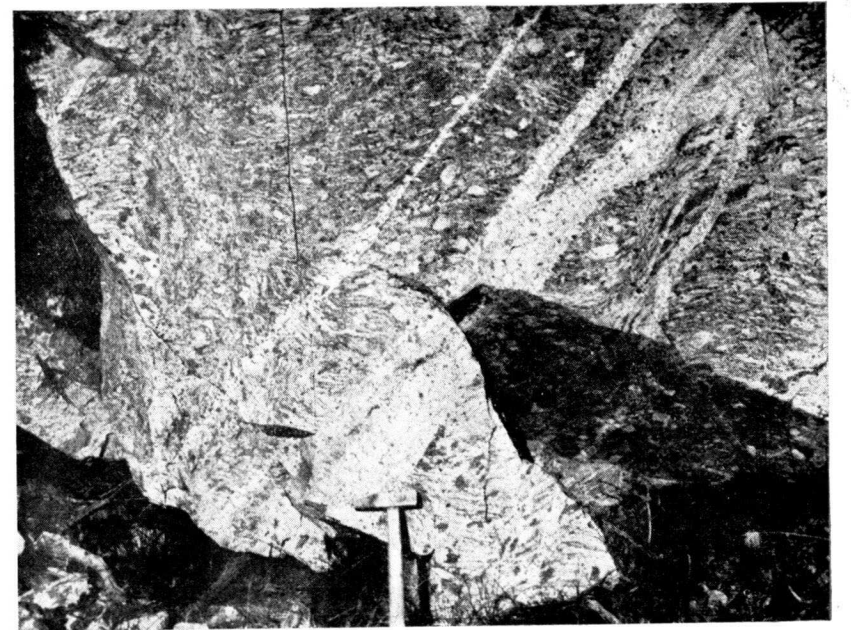


Fig. 13.—Gneis glandular cercano al contacto con vénulas de composición aplítica (zona de El Calvero).
(Fotografías de J. M.^a Fúster.)

× Aplicación del método de clasificación
y nomenclatura de las rocas volcánicas, propuesto
por A. Rittmann, a las rocas volcánicas de España

POR

M. SAN MIGUEL DE LA CAMARA

y

LUIS C. GARCIA DE FIGUEROLA

M. SAN MIGUEL DE LA CAMARA y LUIS C. GARCIA DE FIGUEROLA

APLICACION DEL METODO DE CLASIFICACION
Y NOMENCLATURA DE LAS ROCAS
VOLCANICAS, PROPUESTO POR A. RITTMANN,
A LAS ROCAS VOLCANICAS DE ESPAÑA

En la Asamblea General de la Unión Geodésica y Geofísica, celebrada en Bruselas del 20 de agosto al 1 de septiembre de 1951, presentó el Prof. A. RITTMANN un trabajo titulado *Nomenclatura of Volcanic Rocks*, a nuestro juicio de gran interés, cuyo uso se propone para los catálogos de los volcanes que la Asociación de Vulcanología de la Unión tiene intención de publicar. Si bien el título se refiere sólo a la nomenclatura, la nota contiene claves, tablas y cuadros que deben utilizarse para la determinación de las rocas volcánicas.

Aunque no fuera más que por la laudable tendencia a establecer una clasificación y nomenclatura internacional para este tipo de rocas de una forma cuantitativa y, por lo tanto, fijable de modo fijo, sin posibilidades de interpretaciones personales (variables según los distintos investigadores), debe recibirse con cariño y estudiarse sin prejuicios, para adoptarla salvando diferencias de detalle y procurando perfeccionarla hasta lograr que sirva de aplicación universal.

Con este fin nos pusimos a trabajar en la versión de las rocas efusivas recientes de España, utilizando los ficheros petroquímicos de los Laboratorios de la Sección

de Petrografía del Instituto «Lucas Mallada» de Investigaciones Geológicas, del C. S. I. C., donde se encuentran catalogados todos aquellos análisis químicos que hemos podido reunir de la bibliografía dispersa sobre España, y los muchos realizados por nuestros analistas. Nuestra atención recayó pronto sobre la serie lamproítica del SE. español, por presentar cierta tendencia a proyectarse en grupos sobre el diagrama *B*. De acuerdo con RITTMANN, tuvimos la intención de no publicar este trabajo hasta poseer más datos sobre la cuestión, pero dado el estado actual de las investigaciones petrográficas sobre aquella zona, parece poco probable que en un futuro próximo se descubran nuevos yacimientos de estas rocas. Por otra parte, los petrógrafos españoles, y en especial los dedicados al estudio de los volcanes de Canarias, nos han solicitado la publicación de esta nueva nomenclatura para tenerla en cuenta en sus trabajos. Por estos hechos nos parece obligado no demorar por más tiempo el envío a la imprenta de esta nota, bien entendido que la separación que presentan las rocas lapróticas sobre el diagrama *B*, campo 1, ha de tomarse como provisional. Quizá en nuestra interpretación haya influido un poco el sentimiento patriótico, por ser rocas que llevan nombres españoles, pero hemos tratado la cuestión con la mayor objetividad y nos parece que existen fuertes diferencias mineralógicas entre unos y otras.

Es evidente el variadísimo origen y significado para la mayoría de los términos que han sido empleados hasta hoy, lo inadecuados de otros y la confusión existente en la nomenclatura de las clasificaciones petrográficas utilizadas por algunos autores, y, como dice el Prof. RITTMANN, es necesario un esfuerzo para salvar estos inconvenientes. Esta aspiración se ha manifestado ya varias veces, pero no era fácil vencer tantas dificultades como se oponían a la unificación. Quizá la logre el Prof. RITTMANN con

su propuesta, por ir acompañada de un método riguroso de clasificación, de acuerdo con las ideas dominantes en la nomenclatura petrológica, y por emplear en él datos y nombres conocidos y casi universalmente usados.

Como es natural, muchos de los análisis existentes en los ficheros antes citados no han podido tenerse en cuenta por ser incompletos o porque sus datos son inseguros. Las diferencias entre los nombres antiguos y los obtenidos ahora son a veces muy marcadas, sobresaliendo, sobre todo, las referentes a rocas con pasta vítrea. Hecho que se explica fácilmente, porque la nomenclatura antigua se basaba principalmente en las observaciones mineralógicas. Destaquemos, sin embargo, que algunas rocas sin leucita aparecen con nombre genérico o adjetivo de leucitas o leucíticas; así la núm. 49 de la serie de las Islas Canarias, definida como *traquitefrita biotítica con horblenda*, resulta en la nueva nomenclatura como una *melilitita leucítica*, sin tener ninguno de estos minerales. La 50 de esta serie, dada como *tefrita analcímica*, es la nueva clasificación *nefelinita leucítica olivínica*, y la 70, *traquidolerita*, como *nefelinita leucítica olivínica*, a pesar de tener plagioclasas y carecer de leucita.

En la serie de la región del Bajo Ebro, la núm. 2, dada como *dolerita alcalina*, es en la nueva clasificación una *leucítita*. Esta discrepancia tan enorme no debe contar aquí, porque la roca es granitoídea, arrancada del fondo por la explosión estrombólica; se compone de augita titanada, horblenda ferrífera, labrador, analcima, ceolitas y barras de ilmenita.

También son notables las diferencias existentes en las rocas núms. 38, 39 y 41 del litoral levantino español. Las tres están consideradas como *basaltos plagioclásicos olivínicos*, y en la nueva nomenclatura resultan ser *tefritas leucíticas* las dos primeras y *leucítita nefelínica fonolítica* la tercera; en ninguna de ellas hay leucita y

en todas plagioclasas. Sólo en la 41 de las Islas Columbretes se dice en la descripción, con mucha duda, que hay algunos pequeños cristales de leucita. Las tres son química y mineralógicamente muy semejantes; sus valores de k son: 0.39, 0.40 y 0.42, respectivamente, más básica y más potásica la última.

En los análisis sobre las rocas efusivas del Campo de Calatravas (Región Central) encontramos una homogeneidad bastante grande al aplicar esta nomenclatura. La mayoría de las rocas son *Nefelinitas olivínicas* o *mafíticas* y *melíticas olivínicas*. Únicamente los números 1 y 2 salen de esta norma: la primera, considerada como un *basalto con labrador*, es ahora una *latita oscura*; la segunda, que es aquí una *fonolita leucítica oscura*, estaba clasificada como una *leucítita olivínica melano-crata*. Pero esta última siempre se ha considerado como un poco extraña al resto del campo eruptivo.

Al emplear las tablas de la Tercera Ley de RITTMANN publicadas en el *Bulletin Volcanologique*, Ser. II, T. XII, hemos encontrado algunas erratas de imprenta fáciles de observar por cualquier lector atento: así en la página 98, líneas 4 y 5 figuran $an \geq 15$ y $an \leq 15$, cuando en realidad debe ser $FM \geq 15$ y $FM \leq 15$. En la página 100 aparece $SiO_2 \geq 38$ (*Nefelinita mafítica*) y $SiO_2 \leq 37$ (*Melilita olivínica*), quedando un intervalo entre ambas de un valor de un entero.

Digamos también que en la tabla III no figuran las divisiones del campo C 6 + 8, y que las rocas núms. 38 y 39 de la región Sureste pertenecen a este campo, por lo que en nuestra tabla I figuran como *tefritas leucíticas* (?). Un hecho bastante similar a éste nos ocurre con el núm. 82 de las Islas Canarias, que presenta un valor de $FM = 8.68$, inferior al 9 con que comienza el campo C7.

En la Petrología Española se han venido mencionan-

do, de forma clásica, tres rocas dentro del grupo lamproítico: *Veritas*, *Jumillitas* y *Fortunitas*, conocidas desde 1891, 1893 y 1906 gracias a los trabajos de ADÁN DE YARZA y OSSANN que las estudiaron por esas épocas, y que, como decíamos antes, son bien diferentes entre sí. Las tres quedan incluidas en la clasificación de RITTMANN bajo la denominación única de *traquitas lamproíticas* perteneciente al campo I del cuadro B.

Contamos con 26 análisis sobre tales rocas, de los cuales sólo hay tres de *fortunitas*, siete son de *jumillitas* y quince de *veritas*, además del perteneciente al *pómez lamproítico* de Cancarix. De estos análisis los números 1, 2, 3, y 23 hemos de dejarlos aparte como anormales, pues según J. M. FUSTER y F. DE PEDRO (*Estudio Petrológico de las rocas volcánicas lamproíticas de Cabezo María, Almería*.—Est. Geol. núm. 20), algunos de los ejemplares estudiados han sufrido fuertes procesos metasomáticos que enmascaran su verdadero quimismo: la nomenclatura dada, según el método de RITTMANN, las presenta por lo mismo bien diferentes a la serie lamproítica, apareciendo como *riolitas* y *latita olivínica*. Tres de las *jumillitas* (17, 22 y 24) se proyectan en el diagrama BC, de donde van a los campos C2 y C1. Por último, la *verita* número 15 se proyecta también en el campo C2.

Dejando aparte todas estas anomalías, proyectamos los demás valores sobre el diagrama B (fig. 1), según los números siguientes:

	k	an	
N.º 4	.76	0.08	Verita
N.º 5	.88	-0.11	Pómez lamproítico
N.º 6	.56	-0.23	Verita
N.º 7	.77	-0.14	Fortunita
N.º 8	.61	-0.03	Verita
N.º 9	.47	-0.10	Verita

	k	an	
N.º 10	.46	-0.07	Verita
N.º 11	.75	-0.06	Fortunita
N.º 12	.74	-0.03	Verita
N.º 13	.82	-0.03	Verita
N.º 14	.80	-0.12	Jumillita
N.º 16	.51	-0.03	Verita
N.º 18	.51	-0.14	Verita
N.º 19	.81	-0.07	Jumillita
N.º 20	.78	-0.04	Jumillita
N.º 21	.70	-0.02	Verita
N.º 25	.33	-0.20	Jumillita
N.º 26	.76	0.04	Fortunita

Hacemos notar los siguientes hechos: La *verita* número 6 se proyecta fuera del diagrama B por su bajo valor en *an*, y la *jumillita* núm. 25 aparece en el mismo límite del cuadro. Exceptuando esta última *jumillita* todas las demás se sitúan más altas de las *veritas*, por tener más elevado el valor de *K*. Las tres únicas *fortunitas* con que contamos se proyectan en una zona intermedia entre *veritas* y *jumillitas*. Parece así que la verdadera proyección de estos dos últimos tipos de rocas lamproíticas queda separada en el campo B1 en dos áreas diferentes. En el límite entre ambas aparecen las *fortunitas*. En el dibujo adjunto señalamos mediante una línea de trazos la separación de las dos áreas sobre el campo B1. Quedan, sin embargo, dos excepciones: la *verita* núm. 13, que aparece sobre la línea de demarcación, y la *jumillita* número 25, por bajo. Como es natural, esta última roca presenta un quimismo por el cálculo de la norma C. I. P. W., que ponemos a continuación:

	Num. 5	Núm. 11	Núm. 19	Núm. 20	Núm. 25
Q.	8.43				15.57
Or.	53.90	50.04	45.04	50.04	7.05
Ab.			3.14	0.49	4.13
ne.				4.55	11.55
Ac.	11.55	6.47	5.54	3.70	0.24
ns.		1.10	0.12		
ks.	1.23	0.15			
dyMg.	0.73	2.50	8.56	15.73	23.54
dyFe.		0.15	0.80	0.73	1.50
hyMg.	12.46	28.71	15.43		
hyFe.		2.01	1.65		
olMg.		0.15	9.57	17.32	23.72
olFe.		0.02	1.06	1.02	1.93
Il.	1.52	3.90		3.34	2.89
mt.				1.16	
hm.	1.92				
sp.	3.72				
ap.	0.67	2.02			4.37
H ₂ O.	3.93	1.20	2.25	1.13	3.80
	100.09	99.68	100.31	100.55	100.39

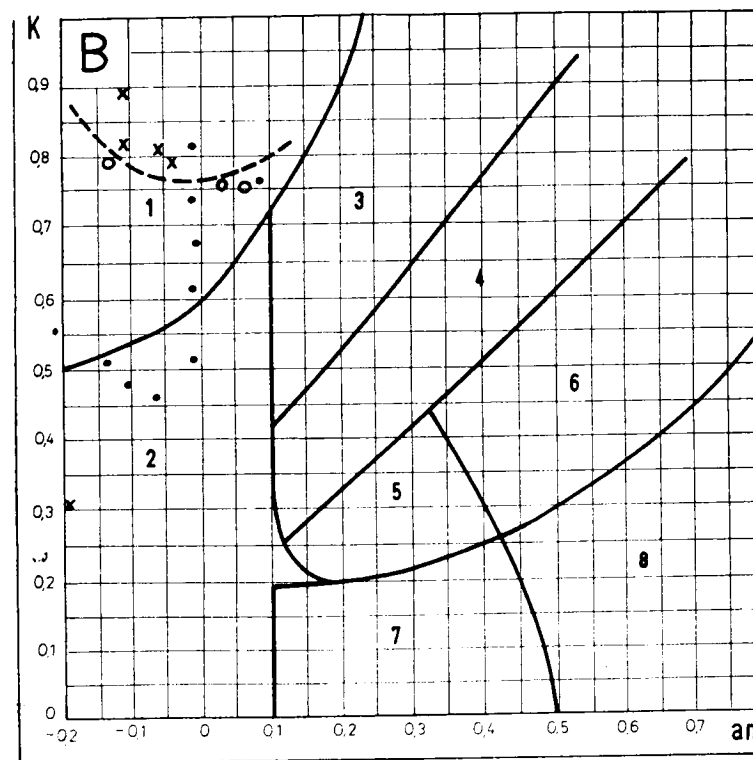


Fig. 1.—Diagrama B de A. RITTMANN con la proyección de las rocas lamproíticas españolas. *Veritas*; x *Jumillitas* o *Fortunitas*.

Tabla I.—Comparación entre la nomenclatura antigua y la de A. RITTMAN.

ISLAS CANARIAS

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
TENERIFE	
1.—Esferulitos de obsidiana.	Riolita sódica.
2.—Esferulitos de obsidiana.	Riolita sódica.
3.—Obsidiana esferulítica.	Riolita.
4.—Metafonolita egirínica.	Traquita sódica.
5.—Fonolita.	Traquita sódica.
6.—Obsidiana.	Latita clara.
7.—Pómez.	Fonolita sodalítica.
8.—Fonolita haüynica.	Traquita sódica.
9.—Obsidiana porfítica.	Fonolita sódica.
10.—Obsidiana.	Latita.
11.—Fonolita sódica.	Fonolita nefelínica.
12.—Foyaita.	Fonolita nefelínica.
13.—Obsidiana.	Traquita lamproítica.
14.—Pórfido fonolítico.	Traquiandesita labradorítica clara.
15.—Traquita sodalítica.	Fonolita sodalítica.
16.—Fonolita vítrea.	Fonolita nefelínica.
17.—Fonolitoide vítreo.	Fonolita nefelínica.
18.—Obsidiana fonolítica.	Fonolita nefelínica.
19.—Fonolita.	Fonolita nefelínica.
20.—Fonolita.	Fonolita nefelínica.
21.—Vitrófido fonolítico.	Fonolita nefelínica.
22.—Fonolita.	Fonolita nefelínica.
23.—Fonolita.	Fonolita nefelínica.
24.—Andesita o fonolita.	Andesita.
25.—Pórfido fonolítico.	Latita.
26.—Fonolitoide pumítico.	Fonolita nefelínica tefrítica.
27.—Traquifonolita.	Fonolita nefelínica tefrítica.
28.—Tefrita haüynica.	Tefrita nefelínica fonolítica.
29.—Fonolita analcímica con plagioclasa.	Fonolita nefelínica tefrítica.
30.—Traquidolerita.	Latita.
31.—Fonolita.	Fonolita nefelínica.
32.—Andesita o fonolita.	Fonolita nefelínica tefrítica oscura.

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
33.—Basanita.	Nefelinita leucítica olivínica.
34.—Basanita.	Basalto andesítico.
35.—Basalto feldespático.	Basalto andesítico.
36.—Traquita olivínica.	Andesita labrodorítica.
37.—Basanita.	Traquiandesita olivínica.
38.—Traquiandesita.	Andesita labrodorítica. Traquiandesita labrodorítica con olivino.
39.—Tefritoide.	Tefrita nefelínica.
40.—Tefrita nefelínica.	Tefrita nefelínica.
41.—Tefritoide.	Traquibasalto olivínico.
42.—Traquitefrita analcímica.	Tefrita nefelínica.
43.—Traquitefrita.	Basanita nefelínica oscura.
44.—Basalto olivínico.	Nefelinita leucítica olivínica.
45.—Basalto.	Basanita nefelínica oscura.
46.—Basanitoide con olivino.	Nefelinita mafítica.
47.—Traquibasanita analcímica.	Nefelinita olivínica.
48.—Basalto.	Nefelinita olivínica.
49.—Traquitefrita biotítica con hornblenda.	
50.—Tefrita analcímica.	Melilita leucítica.
GOMERA	
51.—Traquita.	Latita clara.
52.—Traquita.	Andesita pigeonítica clara.
53.—Traquita.	Traquita sódica.
54.—Fonolita.	Traquita sódica.
55.—Traquita ákerítica.	Traquiandesita clara.
56.—Traquita.	Traquita sódica.
57.—Fonolita de egirina.	Traquita sódica.
58.—Traquita.	Traquiandesita clara.
59.—Fonolita de egirina.	Traquiandesita clara.
60.—Traquifonolita.	Andesita pigeonítica clara.
61.—Fonolita.	Fonolita leucítica.
62.—Traquita fonolítica.	Traquita sódica.
63.—Roca essexítica.	Andesita.
64.—Basalto.	Andesita.
65.—Roca basáltica.	Andesita labrodorítica pigeonítica.
66.—Labradorita augítica.	Basanita.
67.—Traquibasalto.	Basanita nefelínica oscura.
68.—Basalto dolerítico.	Basalto andesítico.
69.—Basalto dolerítico.	Basanita nefelínica.
70.—Traquidolerita.	Nefelinita leucítica olivínica.

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
71.—Porfírita essexítica.	Basanita nefelínica.
72.—Roca basáltica.	Nefelinita.
GRAN CANARIA	
73.—Pechstein riolítico.	Riolita.
74.—Breacha ignea comendítica.	Riolita sódica oscura.
75.—Pechstein de riolita.	Riolita sódica.
76.—Pechstein pantelarítico.	Riolita sódica oscura.
77.—Comendita egirínica.	Riolita sódica oscura.
78.—Pechstein riolítico.	Riolita.
79.—Pantelarita.	Riolita sódica oscura.
80.—Metafonolítica egirínica.	Traquita sódica.
81.—Fonolita egirínica.	Fonolita nefelínica.
82.—Ordanchita.	Tefrita haüynica fonolítica clara.
83.—Tahitita.	Fonolita noseánica.
84.—Sakalavita.	Andesita labradorítica pigeonítica.
85.—Monzonita nefelínica.	Tefrita nefelínica fonolítica.
86.—Tahitita mesocrata.	Fonolita haüynica tefrítica oscura.
87.—Basalto andesítico con anfíbol.	Basalto andesítico.
88.—Basalto basanitoide andesítico.	Basanita nefelínica.
89.—Basanita analcímica.	Nefelinita olivínica.
90.—Limburgita ankaramítica.	Traquibasalto olivínico mafítico.
91.—Ankaranita basanítica.	Melilitita olivínica.
	Fonolita haüynica tefrítica.
LA PALMA	
92.—Fonolita haüynica.	Tefrita nefelínica fonolítica.
93.—Ordanchita.	Tefrita nefelínica fonolítica.
94.—Essexita diabásica.	Fonolita tefrítica oscura.
95.—Gauteita sodalítica.	Tefrita nefelino fonolítica clara.
96.—Basalto plagioclásico.	Traquibasalto andesítico olivínico.
97.—Cenizas basálticas.	Traquibasalto andesítico olivínico.
98.—Basalto plagioclásico.	Basalto olivínico.
99.—Essexita diabásica.	Basanita nefelínica.
100.—Basalto sin olivino.	Basalto andesítico.
101.—Basanitoide.	Basanita nefelínica oscura.
102.—Tefritoide.	Basanita nefelínica oscura.
103.—Basanita analcímica.	Tefrita nefelínica oscura.
104.—Labradorita.	Basanita nefelínica.
105.—Ceniza volcánica.	Basanita nefelínica.
106.—Basanitoide.	Tefrita nefelino fonolítica oscura.

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
107.—Basanitoide.	Basanita nefelínica oscura.
108.—Basanitoide.	Nefelinita olivínica.
109.—Diabasa essexítica.	Nefelinita.
110.—Limburgita.	Nefelinita leucítica olivínica.
111.—«Enclave».	Melilitita olivínica.
FUERTEVENTURA	
112.—Riolita.	Riolita.
113.—Basanitoide.	Basalto andesítico.
114.—Basalto labradorítico.	Nefelinita leucítica olivínica.
115.—Basalto rojo.	Nefelinita mafítica.
LANZAROTE	
116.—Basalto feldespático.	Basanita nefelínica oscura.
117.—Basalto feldespático.	Traquibasalto andésico olivínico.
HIERRO	
118.—Ankaratrita.	Nefelinita mafítica.

REGIÓN CENTRAL

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
1.—Basalto con labrador.	Latita oscura.
2.—Leucitita olivínica melano-crata.	Fonolita leucítica oscura.
3.—Limburgita.	Nefelita olivínica.
4.—Ankaratrita porfidica.	Nefelita olivínica.
5.—Limburgita.	Nefelita olivínica.
6.—Limburgita.	Nefelita olivínica.
7.—Ankaratrita con base vítrea.	Nefelita olivínica.
8.—Basalto ultrabásico.	Nefelita mafítica.
9.—Ankaratrita con base vítrea.	Nefelita mafítica.
10.—Ankaratrita porfidica.	Nefelita mafítica.
11.—Basalto ultrabásico.	Nefelita mafítica.
12.—Ankaratrita.	Nefelita mafítica.
13.—Basalto ultrabásico.	Nefelita mafítica.
14.—Ankaratrita melilitica.	Melilitita olivínica.
15.—Ankaratrita melilitica.	Melilitita olivínica.

REGIÓN GERUNDENSE

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
1.—Traquita egirínica.	Traquita sódica.
2.—Basalto feldespático.	Basalto andesítico.
3.—Basalto.	Andesita labradorítica pigeonítica.
4.—Basanita nefelínica.	Basanita nefelínica oscura.
5.—Limburgita.	Traquibasalto andesítico olivínico.
6.—Basanita nefelínica.	Tefrita nefelínica fonolítica.
7.—Basanita nefelínica.	Basanita nefelínica oscura.
8.—Lava basáltica.	Fonolita nefelínica oscura.
9.—Basanita nefelínica.	Tefrita nefelínica fonolítica oscura.
10.—Basanita nefelínica.	Tefrita nefelínica fonolítica.
11.—Monchiquita.	Nefelinita mafítica.

REGIÓN DEL BAJO EBRO

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
1.—Basalto olivínico.	Traquibasalto andesítico olivínico.
2.—Dolerita alcalina.	Leucitita.
3.—Basalto olivínico.	Traquibasalto olivínico.
4.—Basalto olivínico.	Tefrita nefelínica fonolítica oscura
5.—Basalto olivínico.	Traquibasalto olivínico andesítico.
6.—Basalto olivínico vitrofidico	Fonolita nefelínica tefrítica oscura
7.—Basalto olivínico.	Nefelinita olivínica.

REGIÓN DEL SURESTE

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
1.—Liparita.	Latita cuarcífera.
2.—Liparita con pasta cristalina.	Roilita alcalina
3.—Liparita.	Latita cuarcífera.
4.—Riolita.	Dacita.

PRIMERA SERIE

- 1.—Liparita.
- 2.—Liparita con pasta cristalina.
- 3.—Liparita.
- 4.—Riolita.

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
5.—Riolita.	Dacita.
6.—Dacita.	Dacita labradorítica clara.
7.—Riolita.	Dacita.
8.—Andesita.	Riodacita labradorítica.
9.—Dacita.	Dacita labradorítica.
10.—Andesita cordierítica.	Latita cuarcífera.
11.—Andesita cordierítica granatífera.	Riodacita labradorítica.
12.—Andesita.	Riodacita labradorítica oscura.
13.—Dacita.	Dacita.
14.—Alboranita.	Dacita labradorítica clara.
15.—Dacita.	Dacita.
16.—Andesita.	Traquita.
17.—Dacita.	Dacita.
18.—Andesita piroxénica.	Riodacita labradorítica.
19.—Andesita piroxénica.	Riodacita labradorítica oscura.
20.—Andesita piroxénica.	Riodacita.
21.—Andesita piroxénica.	Riodacita labradorítica oscura.
22.—Dacitoide.	Dacita oscura.
23.—Alboranita tridimítica.	Dacita labradorítica.
24.—Vitróido traquítico.	Latita.
25.—Fonolita traquítica.	Fonolita sodalítica.
26.—Alboranita.	Riodacita labradorítica oscura.
27.—Peralboranita tridimítica.	Dacita labradorítica clara.
28.—Alboranita.	Andesita labradorítica.
29.—Alboranita.	Andesita labradorítica.
30.—Alboranita.	Andesita labradorítica.
31.—Alboranita.	Andesita labradorítica.
32.—Alboranita.	Traquibasalto.
33.—Traquita tefrítica.	Fonolita sodalítica tefrítica.
34.—Andesita.	Basalto andesítico.
35.—Alboranita.	Andesita labradorítica.
36.—Basalto olivínico.	Traquibasalto andesítico olivínico.
37.—Escoria basáltica.	Basalto andesítico.
38.—Basalto olivínico.	Tefrita leucítica (?).
39.—Basalto olivínico.	Tefrita leucítica (?).
40.—Diabasa olivínica.	Nefelinita mefítica.
41.—Basalto.	Leucitita nefelínica fonolítica.
42.—«Roca de Cofrentes».	Nefelinita mafítica.
43.—Ankaratrita.	Nefelinita mafítica.

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
SEGUNDA SERIE (Lamproítica)	
1.—Verita.	Riolita alcalina oscura.
2.—Verita.	Riolita alcalina oscura.
3.—Verita.	Riolita.
4.—Verita.	Traquita lamproítica.
5.—Pómez lamproítico.	Traquita lamproítica.
6.—Verita.	Traquita lamproítica.
7.—Fortunita.	Traquita lamproítica.
8.—Verita.	Traquita lamproítica.
9.—Verita.	Traquita alcalina oscura.
10.—Verita.	Traquita alcalina oscura.
11.—Fortunita.	Traquita lamproítica.
12.—Verita.	Traquita lamproítica.
13.—Verita.	Traquita lamproítica.
14.—Jumillita de grano fino.	Traquita lamproítica.
15.—Verita.	Fonolita leucítica oscura.
16.—Verita.	Traquita alcalina oscura.
17.—Jumillita sin sanidina.	Fonolita leucítica oscura.
18.—Verita.	Traquita alcalina.
19.—Jumillita.	Traquita lamproítica.
20.—Jumillita.	Traquita lamproítica.
21.—Verita.	Traquita lamproítica.
22.—Jumillita.	Traquita lamproítica.
23.—Verita.	Latita olivínica.
24.—Jumillita.	Fonolita leucítica oscura.
25.—Jumillita.	Traquita alcalina oscura.
26.—Fortunita.	Traquita lamproítica.

OTROS AFLORAMIENTOS MENORES

Nomenclatura antigua	Nomenclatura de acuerdo con el sistema químico de A. Kittmann
1.—Limburgita potásica.	Melilita leucítica.
2.—Basanita nefelínica.	Basanita nefelínica oscura.
3.—Basalto.	Traquibasalto olivínico.
4.—Pumita.	Riodacita labradorítica.
5.—Pumita.	Latita cuarcífera.

Tabla II. —Relación de las localidades y analistas de las rocas que figuran en la tabla I

ISLAS CANARIAS:

- 1.—Teide (Tenerife).—*Anal.* F. ZIRKEL.
- 2.—Teide (Tenerife).—*Anal.* F. ZIRKEL.
- 3.—Teide (Tenerife).—*Anal.* F. ZIRKEL.
- 4.—Chasna (Tenerife).—*Anal.* RAOULT.
- 5.—Montaña Gauza (Tenerife).—*Anal.* SEELHORST.
- 6.—Icod de los Vinos (Tenerife).—*Anal.* E. BORGMANN.
- 7.—Por encima de Alta Vista-Teide (Tenerife).—*Anal.* VON ABICH.
- 8.—Roques de Guímar (Tenerife).—*Anal.* RAOULT.
- 9.—Alta Vista, Teide (Tenerife).—*Anal.* VON ABICH.
- 10.—Piedras Blancas (Tenerife).—*Anal.* S. CLAIRE DEVILLE.
- 11.—Degollada de la Fortaleza (Tenerife).—*Anal.* A. POLANSKI.
- 12.—Degollada de la Fortaleza (Tenerife).—*Anal.* W. WAWRYK.
- 13.—Teide (Tenerife).—*Anal.* S. CLAIRE DEVILLE.
- 14.—Cumbre del Teide (Tenerife).—*Anal.* BOLTON.
- 15.—Por encima de Alta Vista, Teide (Tenerife).—*Anal.* N. SAHLBOM.
- 16.—Las Cañadas (Tenerife).—*Anal.* SMULIKOWSKI.
- 17.—Alta Vista, Teide (Tenerife).—*Anal.* RAOULT.
- 18.—Alta Vista, Teide (Tenerife).—*Anal.* ZB. GIELA.
- 19.—Pico del Teide (Tenerife).—*Anal.* S. ZIELENIOWSKI.
- 20.—Las Cañadas (Tenerife).—*Anal.* L. HEZNER.
- 21.—La Rambleta, Teide (Tenerife).—*Anal.* DITTLER.
- 22.—Noreste de Icod (Tenerife).—*Anal.* L. HEZNER.
- 23.—Las Cañadas (Tenerife).—*Anal.* L. HEZNER.
- 24.—Fuenteagria (Tenerife).—*Anal.* VON ABICH.
- 25.—Paso hacia San Lorenzo (Tenerife).—*Anal.* NEUHOF.
- 26.—Sendero de Alta Vista, Teide (Tenerife).—*Anal.* RAOULT.
- 27.—San Andrés-Anaga (Tenerife).—*Anal.* S. ZIELENIOWSKI.
- 28.—Filón del Espolón (Tenerife).—*Anal.* (No consta.)
- 29.—Degollada de la Fortaleza (Tenerife).—*Anal.* ZB. GIELA.
- 30.—Garachico Icod (Tenerife).—*Anal.* L. HEZNER.
- 31.—Monte Anaga, Mercedes (Tenerife).—*Anal.* N. SAHLBOM.
- 32.—Interior del Cráter de Pico Viejo (Tenerife).—*Anal.* S. CLAIRE DEVILLE.
- 33.—Los Mallorquines (Tenerife).—*Anal.* S. CLAIRE DEVILLE.
- 34.—Erupción de 1798 de Chahorra (Tenerife).—*Anal.* W. LASZCZYNSKI.
- 35.—Erupción del Chinyero (Tenerife).—*Anal.* A. DEL CAMPO.
- 36.—Garachico (Tenerife).—*Anal.* K. SMULIKOWSKI.
- 37.—Erupción de 1706, Garachico (Tenerife).—*Anal.* V. WARTHA.
- 38.—Las Cañadas (Tenerife).—*Anal.* ZB. GIELA.
- 39.—Volcán Chahorra (1798), Tenerife.—*Anal.* A. LATTIEUR.

- 40.—Garachico (Tenerife).—*Anal.* A. BENESCH.
 41.—Suburbios de Villa de Orotava (Tenerife).—*Anal.* A. POLANSKI.
 42.—Alrededores de Agua Mansa (Tenerife).—*Anal.* M. KAMPIONI.
 43.—Degollada de la Fortaleza (Tenerife).—*Anal.* A. POLANSKI.
 44.—Barranco de San Andrés (Tenerife).—*Anal.* M. TOMKIEWICZ.
 45.—Monte Anaga, Mercedes (Tenerife).—*Anal.* N. SAHLBOM.
 46.—Agua Mansa (Tenerife).—*Anal.* A. POLANSKI.
 47.—Taganaga Anaga (Tenerife).—*Anal.* M. TOMKIEWICZ.
 48.—Cumbre Monte Esperanza (Tenerife).—*Anal.* N. SAHLBOM.
 49.—Taganaga-Anaga (Tenerife).—*Anal.* M. TOMKIEWICZ.
 50.—Cruz de Afur Anaga (Tenerife).—*Anal.* W. WAWRYK.
 51.—Agulo (Gomera).—*Anal.* VTESCHER.
 52.—Tamargada (Gomera).—*Anal.* MÜLLER.
 53.—San Sebastián (Gomera).—*Anal.* PISANI.
 54.—Vallehermoso (Gomera).—*Anal.* PISANI.
 55.—Laguna (Gomera).—*Anal.* RAOULT.
 56.—San Sebastián (Gomera).—*Anal.* PISANI.
 57.—Alajeró (Gomera).—*Anal.* PIÑA.
 58.—Alajeró (Gomera).—*Anal.* PISANI.
 59.—Alajeró (Gomera).—*Anal.* PISANI.
 60.—Samarones (Gomera).—*Anal.* MÜLLER.
 61.—Roque Barto (Gomera).—*Anal.* VTESCHER.
 62.—Fortaleza de Chipude (Gomera).—*Anal.* PISANI.
 63.—Vallehermoso (Gomera).—*Anal.* MÜLLER.
 64.—Agulo (Gomera).—*Anal.* PISANI.
 65.—Chejare (Gomera).—*Anal.* MÜLLER.
 66.—Agulo (Gomera).—*Anal.* PIÑA.
 67.—San Sebastián (Gomera).—*Anal.* VTESCHER.
 68.—San Sebastián (Gomera).—*Anal.* PISANI.
 69.—San Sebastián (Gomera).—*Ingl.* (No consta.)
 70.—Hermigua (Gomera).—*Anal.* VTESCHER.
 71.—Hermigua (Gomera).—*Anal.* VTESCHER.
 72.—Entre Agulo y Vallehermoso (Gomera).—*Anal.* MÜLLER.
 73.—Cercado de Soria (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 74.—Aldea de San Nicolás (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 75.—Cerca de Mogán (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 76.—Aldea de San Nicolás (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 77.—Carretera del Risco (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 78.—Cercado del Espiño (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 79.—Barranco de Don Zoilo (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 80.—Barranco de Don Zoilo (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 81.—Santa Brígida (Gran Canaria).—*Anal.* SMULIKOWSKI.
 82.—Aruacas (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 83.—El Sancillo (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 84.—Aldea de San Nicolás (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 85.—Nublo (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.

- 86.—El Sancillo (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 87.—Carretera de Teror-Tamaraceite (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 88.—Barranco de la Dehesa (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 89.—Tirajama (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 90.—Vega de San Mateo (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 91.—Montaña Galdar (Gran Canaria).—*Anal.* RAOULT.
 92.—Campanario (La Palma).—*Anal.* MARTNER.
 93.—Fuencaliente (La Palma).—*Anal.* RAOULT.
 94.—Barranco del Diablo (La Palma).—*Anal.* EYME.
 95.—Barranco del Almendrero Amargo (La Palma).—*Anal.* KLÜSS.
 96.—Llano del Banco (La Palma).—*Anal.* FÜSTER.
 97.—Hoyo Negro (La Palma).—*Anal.* J. FÜSTER.
 98.—Cráter del Duraznero (La Palma).—*Anal.* J. FÜSTER.
 99.—Barranco del Almendrero Amargo (La Palma).—*Anal.* EYME.
 100.—Al O. de la carretera. Erupción 1949 (La Palma).—*Anal.* M. PUGET.
 101.—San Martín (La Palma).—*Anal.* RAOULT.
 102.—Fuencaliente (La Palma).—*Anal.* M. KAMPIONI.
 103.—San Antonio, Fuencaliente (La Palma).—*Anal.* M. KAMPIONI.
 104.—Las Manchas (La Palma).—*Anal.* M. PUGET.
 105.—Hoyo Negro (La Palma).—*Anal.* M. PUGET.
 106.—Tigalete (La Palma).—*Anal.* ZB. GIELA.
 107.—El Charco (La Palma).—*Anal.* SMULIKOWSKI.
 108.—San Martín (La Palma).—*Anal.* ?
 109.—Barranco del Agua Agría (La Palma).—*Anal.* EYME.
 110.—La Palma.—*Anal.* L. WERVEKE.
 111.—San Antonio (La Palma).—*Anal.* RAOULT.
 112.—Tindaya (Fuerteventura).—*Anal.* TROMBE.
 113.—Montaña de Arena (Fuerteventura).—*Anal.* RAOULT.
 114.—Betancuria (Fuerteventura).—*Anal.* RAOULT.
 115.—Santa Inés (Fuerteventura).—*Anal.* RAOULT.
 116.—Volcán Nuevo del Fuego (Lanzarote).—*Anal.* LATTIEUR?
 117.—Lanzarote.—*Anal.* LATTIEUR.
 118.—Ajate, cerca de Valverde (Hierro).—*Anal.* RAOULT.

REGION CENTRAL:

- 1.—Cabezo Segura, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 2.—Volcán de Villamayor, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 3.—Cabezo de La Cañada, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* M. PUGET.
- 4.—Cerrajón de la Puebla, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 5.—Cerro de la Atalaya, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* M. PUGET.

- 6.—Cerrajón de la Puebla, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* M. PUGET.
- 7.—Negrizal de El Retamar, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 8.—Castillejo del Río, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* M. PUGET.
- 9.—Piedrabuena, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 10.—Volcán del Naranjo, Tirteafuera, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 11.—Cañada de Mestanza, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* M. PUGET.
- 12.—Cerro de Los Castillejos, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 13.—Cerro de la Balona, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* M. PUGET.
- 14.—El Arzollar, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 15.—La Vaqueriza, Campo de Calatrava (Ciudad Real).—*Anal.* PARGA PONDAL.

REGION GERUNDENSE:

- 1.—Vilacolum (Gerona).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 2.—Castellfullit, Olot (Gerona).—*Anal.* WASHINGTON.
- 3.—Mallorquinas, Olot (Gerona).—*Anal.* FAGES.
- 4.—Montsacopa, Olot (Gerona).—*Anal.* WASHINGTON.
- 5.—Fuente de San Roque, Olot (Gerona).—*Anal.* WASHINGTON.
- 6.—Llorá, cerca de Gerona (Gerona).—*Anal.* WASHINGTON.
- 7.—Las Planas, Sur de Olot (Gerona).—*Anal.* WASHINGTON.
- 8.—Montolivet, Olot (Gerona).—*Anal.* FAGES.
- 9.—Cruzcat, Sur de Olot (Gerona).—*Anal.* WASHINGTON.
- 10.—La Garrigana, Olot (Gerona).—*Anal.* WASHINGTON.
- 11.—San Feliú de Buxallen (Gerona).—*Anal.* PARGA PONDAL.

REGION DEL BAJO EBRO:

- 1.—Ermita de San Roque, Pauls (Tarragona).—*Anal.* FÜSTER y A. SAN MIGUEL.
- 2.—Castell de Carles, Alfara (Tarragona).—*Anal.* FÜSTER y A. SAN MIGUEL.
- 3.—Más de las Eras, Horta de San Juan (Tarragona).—*Anal.* FÜSTER y A. SAN MIGUEL.
- 4.—Rasquera, Casa Carupo (Tarragona).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 5.—Prat de Compte (Tarragona).—*Anal.* FÜSTER y A. SAN MIGUEL.
- 6.—Toscá, Alfara (Tarragona).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 7.—Taberneta del Toscá, Alfara (Tarragona).—*Anal.* FÜSTER y A. SAN MIGUEL.

REGION DEL SURESTE:

(Serie primera.)

- 1.—Faro del Corralete, Cabo de Gata (Almería).—*Anal.* OSANN.
- 2.—Torre de la Testa, Cabo de Gata (Almería).—*Anal.* OSANN.
- 3.—Puerto del Genovés, Cabo de Gata (Almería).—*Anal.* OSANN.
- 4.—Concesión El Triunfo (sondeos), cerca de Rodalquilar (Almería).—*Anal.* J. THOREAU y P. RONCHESNE.
- 5.—Concesión El Triunfo (sondeos), cerca de Rodalquilar (Almería).—*Anal.* J. THOREAU y P. RONCHESNE.
- 6.—Garbanzal, Cabo de Gata (Almería).—*Anal.* HAUFF.
- 7.—Concesión El Triunfo (sondeos), cerca de Rodalquilar (Almería).—*Anal.* J. THOREAU y P. RONCHESNE.
- 8.—El Hoyazo, Níjar, Cabo de Gata (Almería).—*Anal.* SAVELSBURG.
- 9.—San Pedro, Cabo de Gata (Almería).—*Anal.* KOTTENHAH.
- 10.—Mazarrón (Murcia).—*Anal.* PATIJN R. S. H.
- 11.—El Hoyazo, Níjar (Almería).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 12.—Cerro del Carmolí, Mar Menor (Murcia).—*Anal.* J. M.^a FÜSTER.
- 13.—Concesión El Triunfo (sondeos), cerca de Rodalquilar (Almería).—*Anal.* J. THOREAU y P. RONCHESNE.
- 14.—Alborán (Almería).—*Anal.* RAOULT.
- 15.—Concesión El Triunfo (sondeos), cerca de Rodalquilar (Almería).—*Anal.* J. THOREAU y P. RONCHESNE.
- 16.—Cabezo Felipe, Cartagena (Murcia).—*Anal.* OSANN.
- 17.—Río de las Negras (aluviones), Rodalquilar (Almería).—*Anal.* J. THOREAU y P. RONCHESNE.
- 18.—Cerro del Carmolí, Mar Menor (Murcia).—*Anal.* J. M.^a FÜSTER.
- 19.—Isla Grosa, Mar Menor (Murcia).—*Anal.* J. M.^a FÜSTER.
- 20.—Cala de Monzul, Cabo de Gata (Almería).—*Anal.* J. M.^a FÜSTER.
- 21.—Isla Perdiguera, Mar Menor (Murcia).—*Anal.* J. M.^a FÜSTER.
- 22.—Cerca de Puntas Negras, Rodalquilar (Almería).—*Anal.* J. THOREAU y P. RONCHESNE.
- 23.—Isla de la Nube (Almería).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 24.—Isla Foradada, Columbretes, (Castellón).—*Anal.* F. BECKE.
- 25.—Isla Foradada, Columbretes (Castellón).—*Anal.* R. PFOHL.
- 26.—Isla de Alborán (Almería).—*Anal.* H. GRABER.
- 27.—Alborán (Almería).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 28.—Alborán (Almería).—*Anal.* H. GRABER.
- 29.—Alborán (Almería).—*Anal.* J. JAKOB.
- 30.—Alborán (Almería).—*Anal.* PARGA PONDAL.
- 31.—Alborán (Almería).—*Anal.* RAOULT.
- 32.—Isla de la Nube, Alborán (Almería).—*Anal.* H. GRABER.
- 33.—Isla Ferrera, Columbretes (Castellón).—*Anal.* F. BECKE.
- 34.—Cerca de Puntas Negras, Rodalquilar (Almería).—*Anal.* J. THOREAU y P. RONCHESNE.
- 35.—Alborán (Almería).—*Anal.* RAOULT.

- 36.—Entre Picasent y Benifayó (Valencia).—*Anal.* J. M.^a FÜSTER.
 37.—Isla Siñoreta, Columbretes (Castellón).—*Anal.* R. VOHL.
 38.—Els Escopalls, Picasent (Valencia).—*Anal.* J. FÜSTER y A. SAN MIGUEL.
 39.—Collado de Calpe, Altea (Alicante).—*Anal.* J. FÜSTER.
 40.—Cubdor (Almería).—*Anal.*—J. FÜSTER.
 41.—Columbrete Grande.—*Anal.* J. FÜSTER.
 42.—Cofrentes (Valencia).—*Anal.* PISÓN.
 43.—Cerro de Agrans, Cofrentes (Valencia).—*Anal.* PARGA PONDAL.

Serie segunda: Lamproítica.

- 1.—Carretera a Garrucha, Vera (Almería).—*Anal.* F. DE PEDRO.
 2.—Colada tercera, Vera (Almería).—*Anal.* F. DE PEDRO.
 3.—Carretera a Garrucha, Vera (Almería).—*Anal.* F. DE PEDRO.
 4.—Cabezo María, Antas (Almería).—*Anal.* F. DE PEDRO.
 6.—Vera (Almería).—*Anal.* F. DE PEDRO.
 7.—Cerro del Monagrillo, Hellín (Murcia).—*Anal.* DITTRICH.
 8.—Fortuna (Murcia).—*Anal.* DITTRICH.
 9.—Barqueros, Alhama de Murcia (Murcia).—*Anal.* FÜSTER.
 5.—Cancarís, Sierra de las Cabras (Albacete).—*Anal.* PARGA PONDAL.
 10.—Barqueros, Alhama de Murcia (Murcia).—*Anal.* J. FÜSTER.
 11.—Fortuna (Murcia).—*Anal.* DITTRICH.
 12.—Cabezos Negros, Orihuela (Alicante).—*Anal.* FÜSTER.
 13.—Primer fragmento de colada Antas (Almería).—*Anal.* F. DE PEDRO.
 14.—Sierra de las Cabras (Albacete).—*Anal.* PARGA PONDAL.
 15.—Los Peñiscos, Orihuela (Alicante).—*Anal.* FÜSTER.
 16.—Barqueros, Alhama de Murcia (Murcia).—*Anal.* FÜSTER.
 17.—Cancarís, Sierra de las Cabras (Albacete).—*Anal.* PARGA PONDAL.
 18.—Carretera de Almería a Murcia, Vera (Almería).—*Anal.* F. DE PEDRO.
 19.—Calasparra (Murcia).—*Anal.* RAOULT.
 20.—Sierra de las Cabras (Albacete).—*Anal.* PARGA PONDAL.
 21.—Cabezo María, Antas (Almería).—*Anal.* F. DE PEDRO.
 22.—Jumilla (Murcia).—*Anal.* DITTRICH.
 23.—Los Picachos, Antas (Almería).—*Anal.* F. DE PEDRO.
 24.—Jumilla (Murcia).—*Anal.* DITTRICH.
 25.—Jumilla (Murcia).—*Anal.* DITTRICH.
 26.—Mula (Murcia).—*Anal.* F. DE PEDRO.

OTROS AFLORAMIENTOS MENORES:

- 1.—Nuévalos (Zaragoza).—*Anal.* BURRI y PARGA PONDAL.
 2.—Lázaro-Las Cruces (Pontevedra).—*Anal.* PARGA PONDAL.
 3.—Cabo Veo, Beo (Coruña).—*Anal.* F. DE PEDRO.
 5.—El Gasco, Las Hurdes (Cáceres).—*Anal.* G. DE FIGUEROLA y F. DE PEDRO.
 4.—El Gasco, Las Hurdes (Cáceres).—*Anal.* G. DE FIGUEROLA y F. DE PEDRO.

× Perspectivas petrolíferas mundiales, desde un punto de vista geológico

POR

HOLLIS D. HEDBERG

(Traducido y comentado por JOSE M.^a RIOS GARCIA)

HOLLIS D. HEDBERG

(Traducido y comentado por José M.^a Ríos García)

PERPECTIVAS PETROLIFERAS MUNDIALES, DESDE UN PUNTO DE VISTA GEOLOGICO (*)

Resumen.—Tanto la producción de crudos como la cifra de las reservas mundiales que se conocen, aumentan de manera persistente año tras año. Estos incrementos proceden no tanto de la adición de nuevas regiones productoras, sino, en mucha mayor medida, del progresivo desarrollo de las que ya se conocen de largo tiempo atrás y que constituyen solamente una pequeña porción de los territorios del mundo entero que se estiman como posiblemente petrolíferos. Muchas de estas regiones restantes no han sido adecuadamente reconocidas, de manera que hay grandes probabilidades todavía de adiciones de áreas de gran producción para el futuro. Sin embargo, las tendencias ya señaladas en las variaciones de dotación de crudos sugieren la sospecha de que muchas regiones quedarán siempre como estériles o de escasa producción, aunque aparentemente posean todas las exigencias que es posible apreciar en superficie. El mero volumen sedimentario no es un índice de potencialidad petrolífera. Además, incluso la coincidencia de rocas madre adecuadas, rocas depósito y estructuras apropiadas para la retención, puede resultar anulada si la concatenación de estas circunstancias no es la adecuada.

(*) HOLLIS D. HEDBERG: *World Oil Prospects-From a Geological Viewpoint*. «Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists», vol. 38, núm. 8, agosto 1954.

Nota del traductor.—La destacada personalidad del autor es lo que da resonancia al contenido de este artículo. Porque Hedberg no sólo es un experimentado geólogo, director de investigaciones de una importante Compañía productora, sino que, además, es un compulsador y analizador de estadísticas y sigue constante y atentamente el movimiento mundial de la investigación y producción del petróleo.

INCREMENTO CONTINUO TANTO EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL
COMO EN LAS RESERVAS PETROLÍFERAS

El volumen total de la producción mundial de petróleo continúa en incremento año tras año. Sin embargo, y de manera bastante curiosa, las reservas mundiales conocidas aumentan de igual manera año tras año, incluso más rápidamente. En otras palabras, parecería que cuanto más se extrae más queda.

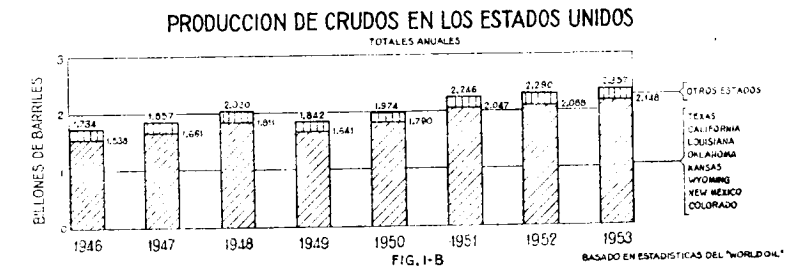
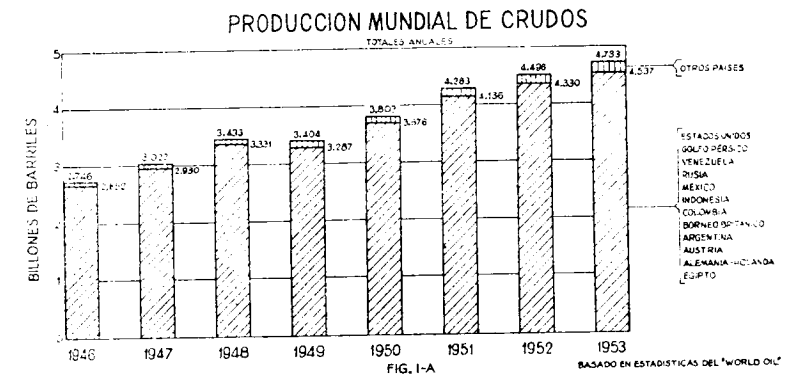
LOS HALLAZGOS DE LOS AÑOS RECIENTES SE CONCENTRAN
MÁS BIEN EN LAS REGIONES CONOCIDAS DE ANTIGUO
QUE EN LAS NUEVAS

Supongamos que intentamos analizar, desde un punto de vista geológico, el significado de estas tendencias, bien definidas, aunque algo incongruentes, con respecto a las perspectivas petrolíferas mundiales del futuro. ¿De dónde procede esta producción, ¿Y dónde se agregan las nuevas reservas? Un vistazo a las estadísticas de los últimos siete u ocho años, los transcurridos desde la Segunda Guerra Mundial, nos muestra aspectos interesantes.

Consideremos, en primer lugar, la producción (fig. 1) ¿Cuáles son las nuevas regiones que han contribuido durante este período a incrementar el persistente ascenso del total mundial de producción comercial?

En los Estados Unidos, North Dakota, Utah, Nebraska, Alabama y Florida son regiones que, o bien han entrado por primera vez a engrosar las listas de producción o han logrado durante este período un notable incremento porcentual de participación. (Deberíamos añadir ahora South Dakota y Nevada.)

Pero la producción de estos nuevos estados fue, en 1953, menos del uno por ciento de la producción total de los Estados Unidos. El aumento total de producción en este país desde 1946 a 1953 ascendió a más de 600 mi-



llones de barriles, y este incremento resultó casi exclusivamente del de las producciones en Texas, Oklahoma, California, Wyoming, New Mexico, Colorado y Kansas, estados todos que (con la excepción de Colorado) eran ya los principales productores con anterioridad a 1946. El rayado oblicuo de la figura 1b) representa la producción firmemente incrementada de los ocho estados que han permanecido como grandes productores durante largo tiempo; el rayado vertical, la aportación de los restantes, que se han mantenido más o menos

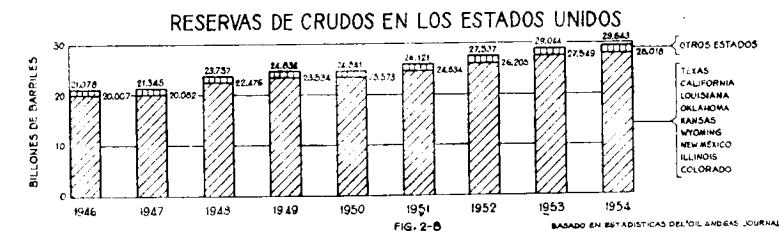
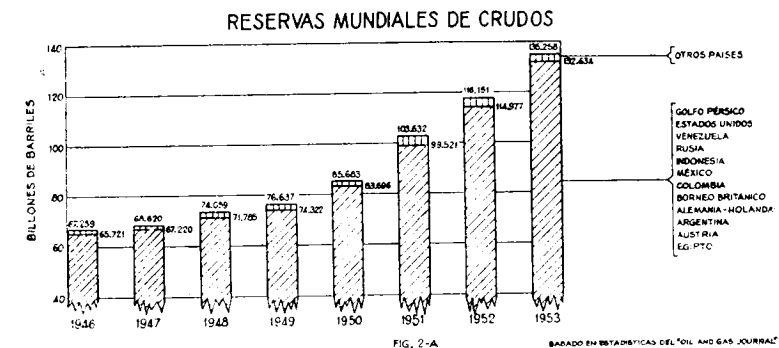
constante alrededor de los 200 millones de barriles anuales.

De manera semejante, para el mundo como conjunto (fig. 1a), la cifra de producción de crudos durante el periodo de 1946-1953 incrementó en unos dos billones de barriles --resultó casi duplicada-- y, de nuevo, en este caso, las ganancias proceden preponderantemente de regiones establecidas de antiguo como productoras.

La región del Golfo Persa, por sí sola, y a pesar de la supresión de la producción iraní, interviene en porción mayor de la mitad del incremento, y el resto está integrado principalmente por aumentos de otras regiones, ya veteranas, en los Estados Unidos, Rusia, Venezuela, Indonesia, Norte de Borneo, Méjico, Colombia, Australia, Alemania, Egipto y Argentina. La única región nueva, cuya contribución es realmente brillante, es la de las Llanadas Orientales del Canadá, que durante estos periodos se alzó desde la nada absoluta hasta una aportación de ochenta millones de barriles en 1953. De nuevo se señala por un rayado oblicuo en la figura 1a la producción firmemente incrementante de los doce países veteranos, grandes productores; el rayado vertical representa la producción de los restantes países que, excepto por la inclusión del Canadá, hubieran mostrado un incremento prácticamente despreciable. Ciertamente es que hay otras regiones nuevas en el campo de la producción, además del Canadá, tales como Chile, la cuenca de Aquitania en Francia, y Nueva Guinea; pero su producción conjunta es insignificante en el cuadro de la producción mundial. Turquía y Holanda se han agregado a las filas de los países productores durante este período; pero no son, en realidad, sino ampliación de áreas adyacentes que ya se conocían antes como productivas. También se ha tenido conocimiento de nuevos hallazgos en la cuenca de Barinas en Venezuela, y más recientemente

en Australia Occidental, Sicilia y Nigeria; pero no se ha establecido aún en estas regiones una verdadera producción.

Esto por lo que se refiere a la producción. Pasemos ahora a considerar las reservas (fig. 2). Una mirada a las estimaciones que poseemos de las reservas compro-



badas, en todo el mundo, nos muestra que se han elevado durante el período postbélico de igual manera desde la cifra de 67 billones de barriles en 1946 a 135 billones en 1954; más que duplicado. Y de nuevo, excepto para el Canadá, casi la totalidad de este enorme incremento resulta, no de la adición de nuevas regiones, sino de la expansión de reservas en regiones de antiguo productivas: Golfo Pérsico, Estados Unidos, Rusia, Méjico, Venezuela, Alemania, Holanda, Austria, Indonesia y Borneo Septentrional. El rayado oblicuo de la figura 2a

representa las reservas en rápido incremento de los doce países grandes productores; el rayado vertical muestra las reservas atribuidas a los restantes países, incluido el Canadá. Además del Canadá hay ciertamente una serie de regiones, relativamente nuevas, que han manifestado un notable incremento porcentual de reservas, tal como Brasil, Chile, Francia e Italia; pero, junto a la cifra mundial, incluso la suma conjunta de las de estos países resulta despreciable. En los Estados Unidos (fig. 2b), el incremento total aproximado de nueve millones de barriles, experimentado por las reservas durante este período, procede casi enteramente de West Texas, North Texas, Oklahoma, South Louisiana, Kansas, zona meridional del Valle de San Joaquín, Illinois, Nuevo Méjico, Wyoming y otros productores veteranos, a pesar de que estas mismas regiones son las que soportaron el peso del grueso de la producción. Sólo áreas como las de la cuenca de Williston y de Uinta se pueden considerar como regiones inéditas en las que se haya establecido reservas de sustancia, pero sus cifras no tienen transcendencia alguna en la perspectiva conjunta. El rayado oblicuo de la figura 2b representa, una vez más, las reservas en incremento constante de nueve países grandes productores, veteranos; el rayado vertical muestra las reservas de los restantes.

LAS REGIONES GRANDES PRODUCTORAS OCUPAN SÓLO UNA PARTE REDUCIDA DEL TERRITORIO MUNDIAL CONSIDERADO COMO PRODUCTOR EN POTENCIA

El significado de estas estadísticas reside en que los asombrosos aumentos en las producciones y reservas

mundiales durante el período de postguerra han sido debidos, en su mayor parte, no al descubrimiento y puesta en explotación de países nuevos en la producción, sino, sencillamente, al progreso en el desarrollo de las posibilidades de países de antiguo bendecidos con el precioso don del petróleo, los que han ido en vanguardia durante tantos años. Además, un vistazo al mapa terráqueo (fig. 3) nos muestra que el área conjunta de estas viejas y prolíferas regiones (áreas en negro) no es sino una pequeña fracción de aquella parte de la superficie de la Tierra que, al menos en consideración superficial, pudiera ser estimada como adecuada en potencia para la existencia de petróleo; es decir, que posee series sedimentarias de origen marino o casi, cuyo espesor se cuenta por lo menos en cifras de miles de metros.

El mundo ofrece cantidades de regiones que, dentro de los amplios límites de la exigencia mencionada, la cumplen, por lo menos, tanto como los veteranos productores gigantes, al menos en consideración superficial de circunstancias, y que podrían ser considerados, por consiguiente, tan favorables como aquéllos, pero que hasta la fecha se han manifestado improductivas o lo han sido en escaso grado. Entre tales tenemos las grandes cuencas del Amazonas, Marañón, Paraná y la subandina, en Sudamérica; el cinturón geosinclinal del Atlas y del Mediterráneo sur oriental, Somalia, Mozambique, Costa de Guinea y Senegal, en Africa. Diversas cuencas europeas de París, Aquitania, Ebro, Adriático, Dinamarca y Munich. De Yucatán, Bahamas, Cuba, Florida, Wáshington-Oregón, Nevada, Salinas y Forest-City y el entrante costero Atlántico de Norteamérica y, además, las abundantes plataformas continentales, que existen todavía intactas en toda la superficie de la Tierra.

LA LOCALIZACIÓN ACTUAL NO ES DEBIDA SOLAMENTE A INSUFICIENCIAS, SINO, TAMBIÉN, A DIFERENCIAS INNATAS EN LA DOTACIÓN REGIONAL DE CRUDOS

Aun concediendo que la inaccesibilidad y las circunstancias políticas y económicas hayan obstaculizado la prospección de algunas de estas regiones, hay otras, sin embargo, que han experimentado una intensidad nada reducida de exploración mecánica (mediante sondeos) sin que se haya obtenido resultados favorables.

Hay un cierto ambiente, por lo menos, de que, no obstante una semejanza general en el carácter igualmente favorable de la petrografía, ciertas regiones son precisamente muy buenas, mientras que otras, probablemente la mayoría, son mediocres, pobres o sin valor alguno. Esto nos lleva a la conclusión del significado verdadero de la actual concentración superficial de la producción petrolera prolífica en las áreas negras de la figura 3. ¿Es fruto meramente de la superior concentración en cantidad y calidad de la exploración de superficie y por sondeos efectuados allí hasta el momento? ¿O es que hay, en verdad, diferencias profundamente inherentes, por lo que se refiere a la capacidad productiva de crudos, de regiones que son aparentemente similares?

Hace algunos años que Lewis G. Weeks (*) publicó una «apreciación de reservas en potencia», estimadas en la cifra de 610 billones de barriles para los sedimen-

(*) L. G. WEEKS: *Highlights on 1947 Developments in Foreign Petroleum Fields*. «Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.», vol. 32, núm. 6, junio 1948.

(*) L. G. WEEKS: *Highlights on 1948 Developments in Foreign Petroleum Fields*. *Ibid.*, vol. 33, núm. 6, junio 1949.

L. G. WEEKS: *Concerning Estimate of Potential Oil Reserves*. *Ibid.*, vol. 34, núm. 10, octubre 1950.



Fig. 3 (Oeste)



Fig. 3 (Este)

- GRANDES AREAS PRODUCTORAS
- AREAS POSIBLEMENTE PETROLIFERAS (CONTINENTALES)
- PLATAFORMAS CONTINENTALES (BAJO LAS AGUAS)

tos petrolíferos del mundo entero, cuyo volumen apreció en 20 millones de millas cúbicas. Se considera hoy en día que el Mundo ha producido 80 billones de barriles y que se ha comprobado la existencia de una reserva de 135 billones de barriles.

En otras palabras: de acuerdo con las apreciaciones de Weeks, tendríamos aún 400 billones de barriles en reservas aún no descubiertas, subyacentes con respecto a las áreas continentales, más otros 400 millones de barriles que el mismo autor estima existentes en los 10 millones de millas cúbicas de sedimentos, posiblemente petrolíferos, que yacen en las plataformas continentales.

Las cifras expresadas por Weeks se han traducido a un promedio de 30.000-40.000 barriles de aceite, por milla cúbica de sedimentos, a los que se considera petrolíferos. Aunque el autor ha subrayado la cautela extrema con que habrían de manejarse tales cifras, así como su índole de promedio, y su propia creencia en la extrema variación de las «incidencias en la presencia de los crudos» dentro de los sedimentos, me parece que ha habido una tendencia desafortunada a interpretar estos promedios como indicadores de una repartición general del petróleo crudo, y a exagerar el mero volumen de los sedimentos como medida de su interés para la prospección. En gran medida esta actitud resulta probablemente de la difusión de la creencia (muy justa) de que el petróleo es un producto corriente, en modo alguno raro, de los ambientes y medios sedimentarios, y que las posibilidades de obtener alguna producción de petróleo son buenas en cualquier acumulación grande de sedimentos marinos o de cuencas restringidas. No obstante las generalizaciones para la estimación de su potencial petrolero que se basen meramente en el volumen de los sedimentos, no tienen mayor validez que las que se hicieran, sobre la misma base, para las reservas de carbón, sales

o cenizas volcánicas, quizá incluso menos, puesto que estos depósitos quedan inmovilizados con respecto a los sedimentos que los contienen, mientras que los hidrocarburos están dotados de movilidad. (Personalmente prefiero, tanto por lo que se refiere al petróleo como a cualquiera otra materia, entenderme con unas pocas millas cúbicas selectas de los sedimentos terráqueos que con todos los millones restantes).

Es evidente que la calidad de la exploración, y sobre todo la intensidad en la exploración por sondeos, es un factor importante de conocimiento por lo que se refiere a la seguridad con que podemos evaluar las posibilidades petrolíferas de cualquier región. Es ejemplo clásico el de las llanuras de Alberta, donde se perforaron más de 50 wild-cats infructuosos en el Devónico, antes de llegar al descubrimiento del campo de Leduc, y está demasiado próximo para que pueda echarse en olvido. No podemos escapar nunca al viejo aforismo de que el petróleo está donde se le encuentra y que la única manera eficaz de encontrarlo consiste en perforar sondeos. Además, el incentivo para la prosecución de los sondeos, originado por un hallazgo, prepara el camino para el próximo en la misma zona, y por otra parte la producción y la reserva se incrementan continuamente debido a los progresos en los métodos secundarios de producción. «El petróleo engendra petróleo». Pero, por otra parte, ejemplos como los de las cuencas sedimentarias, acribilladas de sondeos, de Salina y de Forest City en su sector septentrional, y el del mismo grado de prospección de Palo Duro en Texas, aunque no decisivos de por sí, van resultando una formidable evidencia en pro del argumento de que se necesita algo más que gran volumen de sedimentos, gran número de wild-cats y buenos métodos ingenieriles para lograr una buena producción. Apuntan con gran insistencia a la alternativa antes men-

cionada, según la cual *existen realmente pronunciadas diferencias innatas en la dotación de crudos* de las diversas regiones sedimentarias.

INFLUENCIA DE LA ROCA MADRE COMO CAUSA DE LAS DIFERENCIAS REGIONALES DE POTENCIAL PETROLERO

Los requisitos clásicos de un campo petrolífero fueron enunciados por Heald (*) en 1940 como roca-madre, roca-almacén, cubierta y dispositivo de retención. De importancia fundamental es, desde luego, la roca-madre. ¿Será éste, por consiguiente, el factor decisivo que hace de unas regiones sedimentarias grandes productoras y a las otras muy pobres? Es probable que en muchos casos desempeñe un papel importante, pero el mejor juicio que podemos extraer de nuestros limitados conocimientos es que algunas de las regiones más productivas son relativamente pobres en rocas supuestamente generadoras, y también que no en todos lados parece que se encuentren «buenas rocas-madre» a las que se pueda relacionar con la producción. Es un factor bastante intangible y que todavía no nos ofrece gran apoyo para evaluar con confianza las áreas sedimentarias mundiales aún inéditas. Aún no sabemos cómo caracterizar, y reconocer, una verdadera roca-madre. Casi todas las regiones figuradas en el mapa de la fig. 3 presentan en algún sitio manifestaciones petrolíferas de cualquiera de los tipos, lo que prueba ya la existencia de alguna clase de roca productiva. Además es cosa aceptada hoy en día que el petróleo es un elemento normal, común, de ciertos ambientes sedimentarios, de gran repartición superficial y de gran persistencia geológica. Se ha avanzado

(*) K. C. HEALD: *Essentials for Oil Pools*, Capítulo IV de *Elements of the Petroleum Industry*, «Amer. Inst. Min. Met. Eng.», 1940.

bastante en la identificación de los sedimentos que caracterizan estos ambientes como clave para la evaluación de sus posibilidades petrolíferas, pero aún estamos muy lejos de coger un tipo específico de roca y poder decir: «Decididamente, ésta ha producido petróleo.» Y aunque pudiéramos hacerlo aún quedaría por contestar la cuestión mucho más crítica y decisiva: ¿Cuánto?

En relación con este punto nos aventuramos a sugerir que podría resultar más práctico poner el énfasis durante la prospección, desde el primer momento, no en las rocas-madre, sino en localizar criterios para la identificación y exclusión de todas aquellas que no podrían, en manera alguna, dar origen al petróleo; por ejemplo, todas aquellas que han estado sometidas durante su formación a condiciones ambientales altamente oxidantes. Podrá decirse que este procedimiento es estúpido, que son las rocas-madre las que nos interesan, y que si aprendiéramos a identificarlas seríamos automáticamente capaces de eliminar las rocas no creadoras del petróleo. Sin embargo, ya estamos suficientemente convencidos de que son muchas las rocas que de alguna manera son creadoras de crudos. Incluso es probable que la mayoría de estos sedimentos marinos, en los que fué posible la acumulación de alguna materia orgánica, puedan haber sido, en mayor o menor grado, rocas-madre. Lo que realmente nos importa saber es cuáles fueron las rocas efectivamente «madres», eficazmente «madres», pero tropezamos con la dificultad de que las rocas-madre más productivas pueden ser precisamente las que menos restos muestran de su aceite o materia orgánica. No hay mejor fundamento para deducir cuáles fueron las mejores rocas-madre, a juzgar por lo que queda en ellas, que el que tendríamos para deducir cuál fué el artículo más ventajoso de una venta de saldos, por los géneros que quedan una vez terminada. Así es que entre los pocos sedimentos en que seamos capaces

eventualmente de identificar decididamente las rocas-madre, ricas y eficaces creadoras de petróleo, y las que desde luego pueden desecharse como rocas no generadoras, hay un amplísimo terreno intermedio compuesto por los sedimentos que lo mismo pueden haber sido rocas-madre pobres que buenas creadoras de petróleo en las que sólo quedan escasas manifestaciones. A éstas tendremos que tratarlas, donde quiera que las encontremos, con la misma consideración, como posibles creadoras, y desarrollar el mismo esfuerzo en su investigación que lo haríamos si tuviésemos la evidencia de que allí existan o hubieran existido rocas ricamente creadoras.

Es de muy escaso valor práctico el que podamos decir, por mucha confianza que nos merezca el juicio, «esta es roca-madre», si luego sólo podemos añadir: «Es roca de tipo corriente, y lo mismo puede haber dado unos litros de aceite por milla cúbica que 100 millones de barriles, quién sabe; todo lo que sé es que ha sido roca-madre». De mucha mayor utilidad inmediata sería que pudiéramos decir, de un tipo particular de roca, «es, desde luego, evidente que esta roca no pudo suministrar aceite, y si es típica de la serie estratigráfica que le interesa, no gaste en ella más dinero». Entonces podríamos continuar y concentrar nuestra exploración en aquellas áreas que muestran facies favorables o al menos dudosas, dedicando mientras tanto las largas tardes del invierno a nuestras investigaciones acerca de la evaluación cuantitativa relativa de las rocas-madre.

INFLUENCIA DE LOS FACTORES, DEPÓSITO, COBERTURA Y RETENCIÓN

Todo esto por lo que se refiere al origen. Con respecto a los restantes requisitos enumerados para la cons-

titución de depósitos de petróleo, o sea, rocas almacén, rocas de cobertura y estructuras de retención, nuestros conceptos acerca de lo que es necesario para lograr una acumulación comercial se van volviendo más amplios. Reconocemos la existencia de depósitos de porosidad primaria y secundaria; sabemos que no sólo las calizas fracturadas, sino también las areniscas y el granito fracturados producirán en abundancia; somos capaces de crear la porosidad artificialmente, donde la que había no era adecuada inicialmente, mediante presión hidráulica, acidificación y otros métodos. Sabemos que no sólo las margas sellan, sino también las anhidritas, las arcillas de falla e incluso las calizas. Ciertamente es que localmente podremos atribuir fallos en la producción a falta de depósitos o carencia de cierre, y, desde luego, la magnitud de la producción puede resultar influenciada en gran escala por estos factores. Pero es difícil imaginar cualquier gran área o región que sea condenada solamente por estos factores, si es que además había un alimentador de importancia. De la misma manera la variedad de «trampas», tanto estructurales como estratigráficas, que la experiencia nos ha demostrado eficaces para la retención del petróleo en acumulaciones considerables, hace difícil condenar cualquiera de las grandes regiones, actualmente improductivas, meramente por fallos en la existencia de «trampas».

IMPORTANCIA DE LA CONCATENACIÓN DE FENÓMENOS CON RESPECTO A LOS REQUISITOS PARA LA FORMACIÓN DE CAMPOS PETROLÍFEROS

Llegamos entonces a la conclusión de que la mayor parte de las grandes regiones sedimentarias han sido adecuadamente dotadas, localmente al menos, con depósitos en potencia, rocas de cobertura y trampas de apr-

sionamiento, y creemos probable que han poseído lechos petrolígenos suficientemente abundantes. ¿Por qué, pues, las diferencias aparentes en sus potencialidades petrolíferas? ¿Por qué entonces hemos sugerido que, a pesar de cumplir los mencionados requisitos, algunas regiones serán siempre estériles o débilmente productivas por mucho que se las perfore, mientras que otras lo serán en alto grado? Un factor puede, al menos en algunos casos, suministrar la respuesta: es su concatenación—la época de desplazamiento del aceite a partir de las rocas originantes y la relación mutua, en el tiempo y en el espacio—de la gestación y desarrollo de depósito, cobertura y trampa.

Debemos aceptar razonablemente que la mayor parte de las rocas de origen fueron, originalmente, sedimentos de grano fino: lodos y léngamos. Este tipo de sedimento posee un contenido en agua de 70-95 por 100 al tiempo de su deposición. Su contenido en aceite o su sustancia madre es, con probabilidad, infinitamente pequeño comparado con el agua. Conforme el sedimento alcanza compacidad bajo el peso continuamente incrementado de depósitos acumulados por encima, el agua es expulsada constantemente y provee el vehículo por medio del cual el petróleo o cualquier otro líquido formado o en formación dentro de los sedimentos finos, es transportado. Con frecuencia el escape más viable para el fluido sigue siendo durante un largo período el camino ascensional a través de los sedimentos acumulantes y su escape de nuevo al mar o medio de sedimentación. Si este período coincidiese con el período crítico durante el cual el aceite estaba en proceso de generación y de arrastre por el agua intersticial de los sedimentos, el aceite se disiparía en pura pérdida. Quedaría la roca originante, pero su producto habría desaparecido sin haber tenido nunca oportunidad de quedar retenido en depósito o trampa alguna.

Desde luego, en muchos casos, el aceite puede ser transportado, durante la diagénesis, a arenas u otros estratos porosos intercalados entre los lodos; pero de nuevo, en este caso, puede perderse por escape a través de estos estratos permeables a la superficie. Estas arenas pueden ser objeto posterior de plegamiento, o de falla, hasta constituir bellas trampas estructurales, pero tuvo lugar justo un poco demasiado tarde. La asociación más perfecta entre los elementos roca-madre-depósito-coertura y trampa resultará estéril en aceites. En otros sitios, todavía, la lapidificación y recristalización de un lodo cálcico puede haber tenido lugar tan prontamente que el proceso de compacción y expulsión de agua se detuvo antes de que el aceite fuera expulsado del sedimento, y lo dejó así definitivamente encadenado en un recipiente completamente impermeable. De hecho, si consideramos la cantidad de combinación de azares que se pueden imaginar, resulta quizá notable como, incluso contando con abundancia de rocas creadoras, puede haber habido tantos ejemplos como conocemos en que el escape de aceite y agua de compacción haya entrado en arenas lenticulares, en arrecifes o en otros cuerpos porosos cualesquiera, de permeabilidad lateral limitada, y haya podido llegar a efectuarse la separación entre aceite y agua, de manera que el primero pudiera concentrarse y quedar preservado.

De manera semejante, la concatenación, con sincronización de fenómenos en los momentos que las exigencias imponen como necesarios, durante el desarrollo del origen, migración y acumulación durante la gestación toda de un depósito petrolífero es de categoría crítica. Puede haber habido una roca-madre prolífica, pero los depósitos pueden haberse formado demasiado tarde. Pueden haber concurrido roca-madre y depósito, pero la formación de la cobertura puede haberse retardado

en exceso. Puede haber habido rocas-madre, de depósito y cobertura adecuadas, pero puede haber faltado la trampa en que quedase retenido el petróleo, hasta después de que la cobertura había sido fracturada, o el aceite había emigrado a algún otro lado. Todos los requisitos esenciales mencionados pueden haber coincidido alguna vez, de acuerdo con todas las exigencias, y puede parecernos que las cumplen todavía, pero períodos de fracturación o de erosión pueden haber destruido la acumulación de petróleo antes de que fueran añadidas las actuales coberturas. De este modo, aunque aceptamos que las rocas-madre del petróleo son sedimentos tan normales que todas las grandes regiones sedimentarias las contienen, y que las exigencias de depósito, cobertura y trampas adecuadas se cumplen en todas estas regiones, estamos lejos, sin embargo, de estar justificado el aceptar que todas ellas poseerán acumulaciones comerciales de crudos.

PERSPECTIVAS DE HALLAZGO DE NUEVAS Y PROLÍFICAS REGIONES PETROLÍFERAS

Como consecuencia, ¿qué podemos decir acerca de las perspectivas de hallazgo de nuevas regiones de rica producción de petróleo en el mundo?

Solamente esto: que la mayor parte de la corteza terráquea sedimentaria no se ha reconocido todavía, en busca de aceite, de manera adecuada; que, por consiguiente, las posibilidades de éxito todavía se inclinan a favor de la existencia de regiones de gran productividad adicional; pero que, no obstante, quedan inevitablemente muchas regiones que, aun cumpliendo con todos los requisitos superficiales, permanecerán siempre estériles o serán productoras débiles. Todos los geólogos y todos los improvisadores del mundo juntos no

serán capaces de encontrar petróleo en ellas; sencillamente, porque no lo contienen.

¿Qué podemos hacer para diferenciar las regiones buenas, aún no descubiertas, de las malas? Demasiado poco: pero lo primero recordar que el petróleo es, probablemente, un asociado corriente, no un elemento extraño, de los sedimentos; que se comporta siempre de una manera lógica en respuesta a leyes físicas definidas y sencillas; que, aunque corriente, no es cuantitativamente sino una porción infinitésima del contenido fluido total de los sedimentos terráqueos, y que su migración y acumulación no son sino incidentes de mínima categoría dentro del gran proceso de circulación de las aguas dentro de la corteza terráquea. Segundo, reconocer, desde luego, todos los requisitos físicos para la constitución de depósitos de crudos—origen, depósito, cubierta y trampa—y agotar toda la información que se pueda recoger con respecto a ellos; pero teniendo siempre en la mente la idea de que no sólo su existencia, sino también la correcta concatenación de fenómenos durante la gestación, pueden establecer la diferencia entre que el resultado final sea una región rica en petróleo u otra relativamente pobre. Tratar de reconstituir la historia geológica con tanta precisión como sea posible en su aplicación al movimiento probable y destino final de un glóbulo de aceite originado en los lodos saturados de agua, que fueron los antecesores de la roca que suponemos ahora haber sido antaño roca-madre.

Finalmente, aun exigiendo de la geología lo más que pueda dar de sí, reconocer sus limitaciones, incluso bajo su mejor forma. Para que una exploración geológica tenga resultados eficaces han de adquirirse reservas y concesiones en regiones de geología generalmente favorable. La definición de estas regiones deberá hacerse geológicamente, pero no habrá de restringirse por ex-

ceso de confianza geológica—por un exagerado sentimiento de omnisciencia por parte del geólogo—. La evaluación de la mayor parte de las regiones requerirá habitualmente la práctica de perforaciones, y en forma muy intensa y extensa antes de que se llegue a un resultado razonablemente conclusivo. No debería estar coartado por exceso de conservadurismo geológico; al mismo tiempo, nunca debería fiarse al azar y debería gozar de las ventajas del completo asesoramiento geológico. Muchas de las regiones exploradas antaño tendrán que ser repasadas de nuevo con técnica más moderna de sondaje, de registro y de comprobación y a la luz de la nueva información y conocimientos geológicos.

La suerte y la corazonada seguirán desempeñando un papel, como siempre lo han jugado; pero, en cuenta final, el descubrimiento y evaluación de los recursos mundiales de petróleo resultarán principalmente del esfuerzo bien orientado, y en estrecha coordinación, en los campos de la geología, adquisición de concesiones e ingeniería de la producción, bajo los auspicios de una dirección inteligente y emprendedora.

COMENTARIOS AL ARTÍCULO DE H. D. HEDBERG
POR J. M.^a RÍOS

Es posible que los ultraoptimistas vean en este artículo un jarro de agua fría acerca del porvenir petrolífero de algunos países, del nuestro entre ellos. Por eso he dudado mucho, antes de darlo a conocer mediante esta traducción, porque pudiera resultar peligroso, si se interpreta torcidamente, para el estado de ánimo prevalente ahora en nuestro país, que ha creado un ambiente favorable a la inversión de capitales en la investigación de petróleos.

Un optimismo fuera de lugar puede ser tan dañino

como un pesimismo injustificado, y la búsqueda de petróleo, para ser económicamente válida, exige no el optimismo ni el pesimismo, sino el *realismo*. Estimo que en el ánimo de Hedberg estaba, cuando presentó este artículo, situar las cosas en su punto justo, y ese objeto es el que persigo yo a mi vez al traducir y difundir sus conceptos. He creído prestar un servicio al juicio sereno e imparcial de nuestras posibilidades petrolíferas al difundir sus ideas, cuya fuerza argumental dimana, como dije en la introducción, tanto de la exposición en sí misma como de la personalidad del autor.

En su discurso, Hedberg apunta que la estadística demuestra que el gran incremento de producción y reservas de petróleo en el mundo en los últimos siete años ha resultado principalmente no del descubrimiento de regiones petrolíferas, sino de la explotación intensiva y continuado desarrollo de las regiones productoras viejas. Empero esto no quiere decir que en estos siete años no se hayan descubierto nuevas regiones prometedoras ni que no se descubrirán otras más en el futuro. Lo que pasa es que siempre transcurrirá un importante lapso de tiempo entre la fecha de descubrimiento de un nuevo campo petrolífero y aquella en que la región nueva pueda ocupar un puesto importante en el mundo respecto a producción y reservas comprobadas.

Además, el autor hace hincapié en que la mayor parte del mundo no ha sido aún objeto de reconocimientos geológicos superficiales para la busca de petróleo. Cree que, sin duda, se han de encontrar nuevas regiones muy productoras y que lo que falta principalmente es una exploración adecuada y, sobre todo, cantidad suficiente de sondeos de investigación.

Si hay algo de pesimismo en lo que dice se reduce solamente a la advertencia de que, aunque el petróleo es componente común y normal de muchas rocas sedi-

mentarias, está muy lejos de distribuirse igualmente por todas las áreas en que existen posibilidades petrolíferas. Por el contrario, hay regiones, superficialmente favorables, donde a pesar de centenares de perforaciones no se ha hallado producción comercial, y es posible que nunca se encuentre. Por supuesto, es difícil por ahora distinguir, dentro de las zonas posiblemente petrolíferas, las que son favorables de las desfavorables. Por esto mismo es necesario analizar sistemáticamente todos los factores geológicos de la región que condicionan el origen y la acumulación del petróleo, y, en especial, tratar de *reconstruir la historia geológica con respecto al movimiento de flúidos*. Pero aun después de haber adquirido todos los datos geológicos posibles, en la mayoría de los casos todavía se necesitará realizar campañas intensivas de perforaciones antes de poder formar un juicio fundamentado de la importancia petrolífera de la región.

Pero, aparte del criterio que expone Hedberg desde su punto privilegiado de observación y enjuiciamiento, hay que contar con que procede del país más rico en producción pasada y presente de petróleo en todo el mundo, y, por consiguiente, está acostumbrado a estimar siempre el petróleo en cantidades inmensas. El rico cuenta por cientos de miles o millones; para el pobre la centena es una cantidad considerable, y el millar, una riqueza.

Como en todo en este mundo, también en la cuestión de la producción del petróleo hay puntos de vista, y un mismo problema ofrece aspectos muy distintos, incluso contradictorios, según desde qué punto se examine.

¿Qué es para Hedberg un país gran productor? De manera absoluta, el que contribuye con cifras seguidas de muchos ceros a engrosar en grado considerable las estadísticas de producción mundial.

Desde un punto de vista mundial así es, sin duda alguna; pero desde el punto de vista de un país comprador ya el concepto varía en contenido. Para este país un gran productor es un país que, después de satisfacer sin restricciones el consumo interior, tiene un excedente considerable de producción para su explotación y venta al exterior, y aquí el concepto ya se ha hecho más relativo, pues ya se establece una relación de dependencia entre dos criterios intrínsecamente independientes: la capacidad de producción, que es un factor natural, y la de consumo, que es un factor humano.

De esta manera no pueden considerarse, desde el punto de vista del comprador, grandes productores aquellos países de gran densidad de población y gran adelanto industrial que pueden resultar en absoluto grandes productores, pero que, no obstante, aun restan de la circulación mundial parte del excedente de otros países.

Así, un país gran productor es un país que vende petróleo en grandes cantidades; un país meramente productor es el que ya no necesita comprar petróleo o que reduce en medida apreciable la necesidad de estas adquisiciones.

Francia e Italia, y Alemania en mayor grado, son países que han conseguido reducir sus compras, y el consiguiente desembolso de divisas, muy necesarias, mediante su propia producción.

Creo que es esto a lo que podamos aspirar en nuestro país, sin descartar del todo la posibilidad, aunque remota, teóricamente aceptable, de que llegase a ser gran productor.

Por otra parte, de la lectura atenta del artículo de Hedberg se deduce que su autor no aconseja en modo alguno desviar las investigaciones de los cauces y métodos actuales, ni tampoco aminorar su ritmo; sólo pre-

viene acerca del hecho de que en el curso de esas investigaciones se examinen determinadas cuestiones que, a su juicio, se han descuidado en la mayor parte de las que hasta ahora se han realizado, y cuyo conocimiento, en gran medida, resulta de las investigaciones mismas. Advierte que los resultados podrán ser decepcionantes, más decepcionantes de lo que ahora se estima en muchos casos; pero reconoce que poco podemos hacer en el curso de las investigaciones para valorar esas circunstancias.

En definitiva, viene a expresar que las circunstancias aisladas de exigencia en los diversos factores, intrínsecamente independientes unos de otros, que son necesarios para la formación de un campo petrolífero, las cumplen la mayor parte de las áreas sedimentarias marinas o de mares expirantes, que existen abundantemente por todo el mundo y que cubren extensas áreas actualmente no productoras. Es por la falta de oportuna coordinación en la sucesión y ordenación adecuada de su ocurrencia donde falla o puede fallar o por lo que puede malograrse, la creación de una gran acumulación de petróleo, porque estas circunstancias son de gran exigencia. Tan grande que se sorprende incluso de la profusión de las que actualmente existen. ¿No podrá esconderse tras esta sorpresa algún factor que nos escape y que realmente rebaja el grado aparente de exigencia?

Veamos ahora otro enfoque de la cuestión. ¿Cómo podemos llegar a la posesión de estos preciados combustibles?

Podemos llegar a ellos con desembolsos reducidos, buscando un golpe de fortuna. Es un método que se practica frecuentemente en la economía individual. Mucha gente no tiene otra posibilidad de llegar a salir de

apuros económicos si no es tentando la suerte, y lo hace.

Podemos llegar, por otro lado, organizando la investigación en gran escala, de modo que cubra todas sus exigencias técnicas y financieras, que son enormes, y además absolutas e independientes en gran medida de las circunstancias técnicas y económicas del país.

¿Está esto justificado en nuestro país, de escasos medios y posibilidades inciertas, pero que se estiman en cualquier caso limitadas?

Es una decisión difícil y de enorme responsabilidad aconsejar en país de economía tan restringida como la nuestra que se arriesguen grandes sumas en investigaciones tan aleatorias.

Hoy en día la escala de nuestras actividades nos acerca mucho al primero de los métodos mencionados, pero sería injusto e inexacto identificarla con él.

Cierto es que, en el momento actual al menos, hay muchos y potentes capitales extranjeros que estarían dispuestos a cargar con la mayor parte de los gastos y riesgos; pero esta clase de colaboraciones arrastra consigo mermas de independencia e implica cuestiones políticas que están fuera de la medida del técnico.

Existe un medio intermedio. Valorar nuestras posibilidades de manera racional, de acuerdo con los medios actuales de la técnica y la experiencia, y atemperar las inversiones a esas posibilidades.

Para ello parece que lo más sensato sea verificar un estudio minucioso de las inversiones, inífinitamente mayores que las muestras, que han realizado los países vecinos: Francia, en su metrópoli y también en sus dependencias ultramediterráneas, e Italia; es decir, los países que geográficamente nos rodean y geológicamente son más afines, y comparar con el aspecto económico de los resultados obtenidos. Desde luego, conocemos diversas

versiones contradictorias: optimistas, unas; pesimistas, otras. Podríamos saber así en qué medida han visto estos países compensados por sus éxitos los gastos realizados y atemperar a esta relación las inversiones nuestras.

Sin olvidar en esta valoración que hay factores de reserva, independencia, estrategia, etc., que no pueden estimar los técnicos y que deben fijar los políticos. Ni tampoco que ambos países han obtenido sus éxitos más brillantes recientemente, después de muchos años de inversiones costosas, y que estos hallazgos pudieran convertir en favorable un signo desfavorable.

En una palabra: ninguna estima podrá alterar el carácter aleatorio de estas investigaciones; pero un estudio detallado podrá atemperar el ritmo y grado de las inversiones en el punto más favorable a nuestra economía, y gozamos de la ventaja de poder modificarlo, además, acelerando o frenando, a la vista de los éxitos o fracasos de los países que nos rodean.

Como dije en otra ocasión, tanto las inversiones de capital actuales, como los medios técnicos y de material de que disponemos actualmente, están muy por debajo de lo que merecen las promesas petrolíferas de nuestro país y las inmensas ventajas que derivarían de los hallazgos de hidrocarburos.

El punto exacto, el no pasarse de la raya, el factor por que se han de multiplicar las inversiones y medios actuales, es lo que ha de ser objeto de cuidadosa, meditada y ponderada consideración.

Noticias



El IV Congreso Mundial del Petróleo.

En el espléndido marco que ofrecen los elegantes y conseguidos edificios del E. U. R. en Roma, han tenido lugar, desde el 6 al 15 de junio, las sesiones del IV Congreso Mundial del Petróleo, que ha constituido un rotundo éxito, por todos los conceptos, para sus organizadores.

La cifra récord de congresistas (4.000), el interés de las comunicaciones presentadas, la magnífica información que han podido adquirir los asistentes, la perfecta organización del Congreso, las innumerables atenciones de que hemos sido objeto los congresistas en todo momento, la agradable y acogedora instalación de todos los servicios y los extraordinarios encantos que encierra la Ciudad Eterna, harán que todos los que hemos tenido la fortuna de acudir al Congreso guardemos un gratísimo e inolvidable recuerdo de los días pasados en Roma.

Las sesiones técnicas tuvieron lugar durante los días 7, 8, 10, 13, 14 y 15, celebrándose en el Palacio de los Congresos y en el Palacio de la Civilización, dos hermosos edificios magníficamente acondicionados para estos fines y de una sorprendente elegancia de línea moderna.

Los trabajos presentados se han agrupado en nueve secciones, de las cuales, desde el punto de vista geológico, nos interesa especialmente la primera dedicada a la Geología y Geofísica, y en menor grado la segunda, que se ocupa de sondeos y producción. En la sección primera se han presentado 30 comunicaciones relativas a Geología y Paleontología y 11 de Geofísica. Todas ellas son de indudable interés petrolífero, pero para nosotros tienen especial importancia los problemas que más directamente pueden relacionarse con los nuestros, y en este sentido merecen especial mención las siguientes: «Las formaciones wealdenses en Holanda», de Sung; «Acumulaciones de petróleo en el Jurásico del Noroeste de Alemania», de Hoffmann y Schott; «Las posibilidades petrolíferas del Jurásico de Europa», de Bonnard, Cuvillier y otros; «Estudios micropaleontológicos del límite Cretáceo-Terciario», de Cuvillier y otros; «Desarrollo de la exploración geofísica y geológica de petróleo en Alemania», de Bentz y Closs; «Reconocimientos gravimétricos submarinos en el Adriático», de Morelli, etc.

Además de las sesiones técnicas a que se acaba de hacer mención, se dieron cuatro conferencias de interés general por los Sres. Cox, Jungers, Lewis y Mattei, de las cuales ofrecía un especial interés para nosotros la primera de ellas, que trató sobre la «Evolución de la investigación petrolífera», ocupándose de las condiciones geológicas necesarias para la

formación de depósitos de hidrocarburos y los distintos métodos para su localización.

No ha sido posible que los geólogos españoles aportaran a estas sesiones el resultado de sus investigaciones en España, pues dada la amplitud del Congreso, el espacio de que se podía disponer era muy reducido; así, pues, nuestra contribución se ha vertido en el número anterior (1) de NOTAS Y COMUNICACIONES, en el que se han reunido varios trabajos geológicos y geofísicos, en los que se resumen las actividades petrolíferas desarrolladas en España hasta el momento actual. Este volumen se ha repartido profusamente entre los geólogos que han mostrado interés en conocer nuestros problemas.

La representación española ha sido bastante numerosa y distinguida. En primer lugar, se constituyó una Comisión Española, presidida por el Director general de Minas y Combustibles, Ilmo. Sr. D. Enrique Conde, e integrada por los siguientes miembros: D. Mario Álvarez Garcillán, D. Fernando de Alvear, D. Eduardo Angulo, D. Luis Arias Martínez, D. Carlos de Eizaguirre, D. Juan García Dueñas, Excmo. Sr. D. José García Siñeriz, Excmo. Sr. D. Juan Gavala Laborde, D. Vicente Gómez Aranda, D. Fernando Merry del Val, Excmo. Sr. D. Agustín María D. Antonio Mora y D. José María Ríos. Se han inscrito al Congreso 37 españoles, y de ellos han asistido los siguientes geólogos: Almela Cantos, Comba, Gavala Laborde, Gavala Ruiz, Ríos y Zuloaga.

Aparte de las sesiones técnicas y conferencias celebradas, fuimos objeto de una serie de agasajos magníficos, en los que se ha puesto de manifiesto una vez más la proverbial hospitalidad italiana.

Al llegar a Roma, el día 6 de junio, fueron invitadas todas las Delegaciones de los Comités Nacionales a un magnífico almuerzo en el Grand Hotel; por la tarde tuvo lugar la sesión oficial de inauguración en el maravilloso edificio del Capitolio y, a continuación, se celebró en sus jardines una recepción en honor de todos los Congresistas y sus familiares, ofrecida por el Alcalde de Roma, seguida de un coctel. En la sesión inaugural hizo uso de la palabra el señor Murphree, Presidente del Consejo Permanente de los Congresos Mundiales del Petróleo, quien dió las gracias al Excmo. Sr. Presidente de la República, al Gobierno y al Alcalde de Roma, por haber patrocinado y haber hecho posible la celebración del Congreso; saludó a los Congresistas e hizo una breve historia de los Congresos celebrados anteriormente, insistiendo en los grandes beneficios que se obtienen para la industria petrolífera de las discusiones y cambios de impresiones que se producen en una reunión como ésta.

El día 7, por la tarde, se nos obsequió con un magnífico concierto sinfónico, ofrecido por la Unión Petrolífera, en la Basílica di Massenzio, a la vista de las maravillosas ruinas de la Roma de los Césares.

El día 8 se celebró un banquete oficial de gala en el Hotel Excelsior, y para aquellos que no quisieron asistir a la comida se organizó un intere-

(1) Número 38.

sante espectáculo de variedades, seguido de una cena fría en la Casina delle Rose, dentro de los preciosos jardines de Villa Borghese.

El día 9 se nos obsequió con una visita a Nápoles y a la Exposición Internacional del Petróleo, con una comida en el recinto de la exposición y un paseo en varios barcos por la bahía de Nápoles, durante el cual se sirvió una espléndida cena. Esta excursión se repitió el día 12 para aquellos que no pudieron ir en la primera expedición.

Uno de los festejos más maravillosos consistió en la representación, en función de gala, en el Teatro de la Opera, de *La Traviata*. La esplendorosa sala, profusamente engalanada con claveles; la magnífica decoración y vestuario y la extraordinaria calidad de los cantantes que intervinieron, constituirán, para todos los que tuvimos la suerte de presenciar el espectáculo, uno de los recuerdos más gratos e inolvidables de nuestra estancia en Roma.

Otro de los acontecimientos más agradables de ésta fue la recepción ofrecida por el Excmo. Sr. Ministro de Industria y Comercio en el Museo Nacional de las Termas de Diocleciano. El interesante concierto que se nos ofreció, en medio de tanta riqueza arqueológica, en unos jardines iluminados con extraordinario gusto artístico, con tituyó un vivo placer espiritual, de impecadero recuerdo.

El día 15 se celebró la sesión de clausura del Congreso, que cerró dignamente una reunión de técnicos petrolíferos, magníficamente organizada, en la que nos vimos constantemente objeto de una serie de agasajos de gratísimo recuerdo, por los que me complazco aquí en expresar nuestro agradecimiento, al mismo tiempo que felicito a la Comisión Organizadora por el completo éxito alcanzado.

Como complemento de todo esto, se nos ha obsequiado con una serie de publicaciones, magníficamente editadas, en las que se nos ofrece el panorama actual de Italia desde todos los puntos de vista y en especial el petrolífero, sin olvidar ni los más insignificantes detalles que sirvieran para hacernos agradable la estancia en Roma.

Durante los días de asueto del Congreso se organizaron también excursiones cortas de un día o dos para conocer los alrededores de Roma, y una vez terminado aquél, los Congresistas que lo han deseado, han podido realizar una excursión larga, elegida entre varia, que ha permitido darse cuenta del gran desarrollo industrial de Italia, compaginando esto con la visita de una pequeña parte del extraordinario tesoro artístico que encierran sus fronteras.

Uranio en Colombia.

Se ha descubierto en Colombia un yacimiento interesante de uranio a 150 kilómetros de Bucaramanga. La mina, de fácil explotación, contiene, además de uranio, cobre, y, en cantidades pequeñas, oro y plata.

Máxima producción de oro.

La producción de oro durante el pasado mes de abril en la Unión Sudafricana fué la mayor mensual durante los catorce años últimos.

Los datos estadísticos de dicho mes son los siguientes, en onzas:

Transvaal y Estado Libre de Orange	828.000
Productores oro-uranio	358.500
Otras procedencias	46.000

El uranio del Canadá.

Según los datos del año 1954, el Canadá ocupó el segundo lugar como productor de uranio.

Las explotaciones de uranio se iniciaron en dicho país el año 1933 en la mina «El Dorado», en las inmediaciones del Lago del Gran Ojo. En la actualidad se explotan, además de dicha mina, la «Uranium City», cerca del Lago Atabusaa, y una en el Distrito de Beaverlodge.

Las reservas del país se distribuyen de la manera siguiente:

Territorio del Noroeste	20 %
Ontario	45 %
Sakatchewan	20 %
Anebee	7 %
Columbia Británica	6 %
Varios	2 %

Reserva de yacimientos de plomo en Almería.

Por Orden de 21 de abril de 1955 se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de plomo que puedan encontrarse en los terrenos francos existentes en la actualidad y, asimismo, en los que queden libres mientras subsista la reserva en la zona designada que afecta a la provincia de Almería y comprendida dentro del perímetro poligonal mixtilíneo formado así: Se tomará como punto de partida la margen derecha del río Almería, en su desembocadura en el mar, y se formará la poligonal del perímetro mediante líneas rectas que unan sucesivamente y por el orden que se consigna: el punto de partida con la veleta de la Santa Catedral de Almería, ésta con la de la Iglesia de Gádor, ésta con la de la Iglesia de Alboloduy, ésta con la de la Iglesia de Ohanes, ésta con la de la Iglesia de Paterna, ésta con la de la Iglesia de Bayarcal, que se prolongará hasta su intersección con la margen izquierda del río Grande, para seguir por ella hasta su desembocadura en el mar, y luego la costa, hasta llegar al punto de partida, quedando así cerrado el perímetro que

se solicita y suspendido, en el espacio que abarca, el derecho de solicitar permisos de investigación o concesiones directas de explotación a que se refiere el artículo 16 de la Ley de Minas, siempre que la sustancia pedida sea plomo.

Carbón mineral.—Reserva de carbón mineral en una zona de Mallorca.

Por Orden de 5 de marzo de 1955 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 en la zona designada, que afecta a la isla de Mallorca (Balears), y comprendida dentro del perímetro poligonal formado por las líneas rectas que unen sucesivamente, y por el orden que se consigna los centros de los umbrales de las puertas principales de las Casas Consistoriales de los pueblos de Buñola, Algaida, San Juan, Santa Margarita, Algudia, Pollensa y Buñola, quedando así cerrado el perímetro que se solicita y suspendido, en el espacio que abarca, el derecho de solicitar permisos de investigación o concesiones directas de explotación a que se refiere el artículo 16 de la Ley de Minas, siempre que la sustancia pedida sea carbón.

El titanio.

El titanio es un metal del que no se dispuso hasta 1952 de cantidades estimables desde el punto de vista comercial. En la actualidad tiene una gran importancia en la metalurgia por la asociación de las cuatro propiedades siguientes: elevado punto de fusión, ligereza, resistencia elevada a la tracción y resistencia considerable a la corrosión.

Debido a estas cualidades su consumo aumenta considerablemente tanto en la aviación como en la industria de las turbinas de gas, en la industria química como en los establecimientos nucleares.

La producción del metal aumenta considerablemente: se espera que los americanos alcancen en 1956 las 20.000 toneladas; los japoneses se cree pasarán este año de las 2.000, aparte de que hay otros países con importantes producciones, como Canadá y Rusia, y una sola sociedad, la «Imperial Chemical Industries», alcanza las 1.500 toneladas anuales.

El petróleo francés.

La producción del petróleo en la zona de Marsella alcanza en la actualidad 40.000 toneladas mensuales y se espera que para fin de año se logre alcanzar un ritmo de 1.000.000 de toneladas anuales.

Cese del director del Instituto.

Por cumplir la edad reglamentaria, el 6 de julio cesó como director del Instituto Geológico y Minero de España el Excmo. Sr. D. Juan Gavala Laborde.

III Congreso Internacional de Cristalografía. París, 1954.

La Unión Internacional de Cristalografía celebró en la Sorbona de París, del 21 al 30 de julio pasado, su Tercera Asamblea General y su correspondiente III Congreso Internacional.

La sesión oficial de apertura fué muy solemne y tuvo lugar en el gran anfiteatro de la Sorbona, con asistencia de las más altas autoridades y numerosísimos congresistas. Más tarde se celebró la Asamblea General y fué inaugurada la Exposición del Congreso. En el mismo día y en días sucesivos se fueron desarrollando las numerosas sesiones del Congreso. La sesión de clausura se celebró en la Sala Liard, de la Sorbona.

Asistieron a este Congreso unos mil congresistas, representando a unos treinta países diferentes: Gran Bretaña (220), Francia (165), Estados Unidos de América (85), Alemania (83), Holanda (48), Suecia (43), Italia (31), Noruega (15), España (14), Dinamarca (11), Bélgica (10), Suiza (9), Canadá (7), Brasil, Japon y U. R. S. S. (6), Austria (5), Marruecos francés (4), India (3), Argelia, Australia, Costa de Oro, Egipto, Finlandia, Grecia, Sarre y Yugoslavia (2), Chile y Túnez (1).

España estuvo representada por los Srs. M. Abbad y Berger, J. García Vicente y L. Rivoir, de Madrid; J. L. Amorós, R. Candel Villa (que no pudo asistir), J. J. Coves, M. Font Matabi y J. Marcet Riba, de Barcelona; L. Bru y M. Pérez Rodríguez, de Sevilla; algunos de los cuales ostentaban la representación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de las Universidades de Madrid, Barcelona y Sevilla y del Museo Municipal de Ciencias Naturales de Barcelona.

El Congreso fué patrocinado por el Gobierno francés y las más altas autoridades francesas, y estuvo presidido por M. de Broglie, Presidente de la Academia de Ciencias; M. L. de Broglie, Secretario de la misma, y M. Ch. Manguin, miembro del Instituto de Francia.

En el Comité de organización figuraron J. Wyart, como Presidente del mismo, y A. Rose, como Secretario general del Congreso, prestigiosos colaboradores del Laboratorio de Mineralogía de la Sorbona.

El Comité ejecutivo de la Unión Internacional de Cristalografía estuvo presidido por J. M. Bijvoet (Holanda), G. Hägg (Suecia), J. Wyart (Francia) y R. C. Evans (Gran Bretaña), que es su Secretario general.

El Secretario general del Congreso, A. J. Rose, con la colaboración de su Secretaria, Mlle. G. Blettery, y de su colaborador, Dr. Ibars, atendieron activamente a los congresistas y contribuyeron a asegurar el éxito del Congreso.

Durante los días del Congreso celebraron sesiones públicas las diversas Comisiones de la Unión Internacional de Cristalografía, presididas por los eminentes cristalógrafos P. P. Ewald (Estados Unidos), A. J. C. Wilson (Inglaterra), K. Lonsdale (Inglaterra), A. Guinier (Francia), F. W.

Matthews (Canadá), W. L. Bond (Estados Unidos); estas Comisiones fueron las siguientes: Actas cristalográficas, Informes sobre la estructura, Tablas internacionales, Aparatos, Datos y Nomenclatura cristalográfica.

Además se reunieron otras Comisiones, presididas por A. J. Wilson (Inglaterra), P. P. Ewald (Estados Unidos), A. Guinier (Francia), W. H. Taylor (Gran Bretaña) y R. W. G. Wyckoff (Estados Unidos). He aquí las Comisiones correspondientes: Consejo Internacional de Uniones Científicas, Macromoléculas de la Unión Internacional de Química, Estado sólido físico de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, Microscopia electrónica.

Se celebró una reunión especial para tratar de *La enseñanza de la Cristalografía*, presidida por las señoras K. Lonsdale (Londres) y M. Tournay (París), exponiendo sus opiniones R. W. G. Wyckhoff (Londres), E. G. Cox (Leeds), Sra. C. Macgillivray (Amsterdam), J. D. H. Donnay (Baltimore), K. Pepinsky (Univ. State College), J. Wyart (París) y F. L. Amorós (Barcelona).

También se celebró una reunión especial referente a *Datos cristalográficos*, presidida por F. W. Matthews (Quebec) y la Sra. M. Winterberger (París), en la que disertaron W. Parrish (Irvington-on-Hudson), I. Fankuchen (Brooklyn), Sra. Donnay (Baltimore), E. Cox (Leeds) y F. W. Matthews (Quebec).

Se dieron varias conferencias generales de señalado interés, que indicamos a continuación:

A) Sobre el crecimiento de los cristales: F. C. Frank (Bristol), «Crystal growth»; W. Kleber (Berlín), «Kristallwachstum, Morphologie und Struktur».

B) Sobre la determinación de las estructuras a bajas temperaturas y los compuestos de tipo clatrato: I. Fankuchen (Brooklyn) y B. Post, «Low temperature determinations»; H. M. Powell (Oxford), «Clathrate compounds».

C) Sobre la difracción de los neutrones: A. H. Levy (Oak Ridge), «Recent progress in neutron diffraction».

D) Sobre el estudio cristalográfico de la estructura de la vitamina B₁₂ por los rayos X: Sra. D. Hodgkin (Oxford), «The X-ray crystallographic study of the structure of vitamin B₁₂».

Las comunicaciones que se presentaron en las sesiones ordinarias del Congreso fueron distribuidas en 17 secciones, en las que se trataron las siguientes cuestiones:

1. Aparatos, técnicas y métodos (40 comunicaciones); 2. Progresos recientes en la determinación de las estructuras (13); 3. Estructuras de los minerales, comprendidos los minerales sintéticos y los cerámicos (20); 4. Estructuras de los metales y de las aleaciones (18); 5. Estructuras no orgánicas (30); 6. Estructuras orgánicas (43); 7. Estructuras de las

proteínas y estructura de los compuestos análogos (19); 8. Orden-desorden y deformaciones en las estructuras cristalinas (poligonización) (33); 9. Líquidos y cristales líquidos; fases amorfas (6); 10. Vidrios (3); 11. Transformaciones térmicas (4); 12. Difusión en pequeños ángulos; difusión fuera de las reflexiones selectivas (7); 13. Crecimiento de los cristales (28); 41. Difracción de los neutrones (9); 15. Diversos: Biocristalografía, simetría y morfología (26); 16. Difracción electrónica (15); 17. Estudio de los minerales arcillosos (34).

En los últimos días del Congreso se organizaron varios coloquios y «symposium» por decisión del Comité ejecutivo de la Unión Internacional de Cristalografía.

Uno de ellos fué el coloquio y «symposium» «Mecanismo de los cambios de fases en los cristales», cuya dirección se confió al Dr. W. G. Burgers, del Laboratorio de Física y Química de la Alta Escuela Técnica de Delf. Se dieron dos conferencias preparatorias y se celebraron cinco sesiones, presentándose 27 comunicaciones.

Otro de estos coloquios fué el dedicado a la «Localización del átomo de hidrógeno y la unión hidrógeno», de cuya organización se encargó el Dr. W. Cokran, del Laboratorio Cristalográfico Cavendish, de Cambridge. Se dieron tres conferencias preparatorias y se celebraron dos sesiones, en las que se presentaron 19 comunicaciones.

También se celebró otro coloquio y «symposium» internacional sobre «Las arcillas y los minerales arcillosos», que se llevó a cabo en cinco sesiones, con un total de 34 comunicaciones. De su organización se encargaron Mme. A. Oberlin y G. Sabatier, del Laboratorio de Mineralogía de la Sorbona.

En el coloquio sobre el mecanismo de los cambios de fases en los cristales se trató del mecanismo de transición del tipo martensítico, de las transformaciones en las aleaciones, de los fenómenos de precipitación, de las transiciones ferroeléctricas y magnéticas, de las transiciones en los minerales y en los cristales inorgánicos y orgánicos.

En total, durante el Congreso se celebraron más de 60 sesiones científicas de trabajo y pasaron de 420 las comunicaciones presentadas, sin contar la labor de muchas de las Comisiones de la Unión Internacional de Cristalografía.

* * *

La excursión a la Dordoña, de cuatro días de duración (Paris, Limoges, Bordeaux, París), permitió la visita de la mina de tungsteno de Puy-les-Vignes, la cantera de cuarzo de Saint-Paul-la-Roche, las grutas prehistóricas de Lascaux y de Les Eyzies y el Museo prehistórico de dichas localidades.

En la excursión al Mediodía de Francia, de siete días de duración.

(Paris, Albi, Grenoble, Paris), se visitó la mina de tungsteno de Montredon-la-Bessonié, la mina de oro de Salsigne, las minas de plomo de Ceilhes, la Escuela de Minas de Alès, la mina de pirita y cinc de Saint-Martin-de-Valgargues y la mina de carbón de La Mure.

También se realizó una excursión en autocar a los yacimientos de arcillas de Provins, en los alrededores de Paris, dedicada a los congresistas del coloquio de las arcillas, la cual fué dirigida por A. Jourdain, J. Orcey y Urbain.

Notas informativas

Hoja núm. 912. Mula (Murcia).

Esta hoja contiene en su parte NW. la Sierra de Ricote íntegra y es la primera vez que aparece cartografiada geológicamente con algún detalle. El primer mapa en que aparece figurada la geología de esta región se debe a Botella y data de 1868, pero contiene tan sólo una interpretación simplista a escala muy reducida. Posteriormente el mapa de España a 1:400.000 y la segunda edición del 1:100.000 son también interpretaciones erróneas a escala reducida. Así el primer geólogo que se percató de la gran complejidad de esta región es P. Fallot, quien, en 1932, traza unos cortes que sientan los fundamentos de la geología de este macizo montañoso; pero, dada la gran extensión de terreno que estudia, no puede entrar en el detalle de esta complicada estructura.

Así, pues, no es de extrañar que hayan aparecido muchas novedades al hacer el estudio detallado de la Sierra y sus alrededores.

En el orden estratigráfico las más interesantes son: la determinación de la serie estratigráfica completa y el hallazgo de faunas del Bajociense, Titónico, Neocomiense, Gault (con una extraordinaria riqueza de Ammonites) y Eoceno (con muchos yacimientos de foraminíferos).

Según esto, la Sierra de Ricote está integrada por un conjunto continuo, sin hiato alguno, que comienza por las margas y yesos del Keuper, sigue con yesos y dolomías del Rético y calizas grises liásicas, para terminar en un potente conjunto de margas y calizas margosas bien estratificadas, con niveles de sílex y jaspes, que comprende todo el Jurásico, Titónico incluido, y llega hasta el Neocomiense.

Sin continuidad de sedimentación se encuentra una mancha no muy extensa de margas de Gault con una abundantísima fauna de Ammonites y varias más o menos grande de Eoceno fosilífero.

El Mioceno se extiende transgresivo desde el sur de la Sierra de Ricote por casi todo el resto de ella.

En la vega de Mula, una extensa mancha de margas y areniscas rojas de facies lacustre, señalada ya por Fallot y atribuida por él al Burdigaliense, se sitúa aquí en el Oligoceno.

Desde el punto de vista tectónico se adopta como hipótesis de trabajo la teoría del arrastre hacia el norte de la sierra de Ricote, en favor de cuya interpretación nos inclinamos, aunque no se ha encontrado en esta zona el argumento definitivo.

Admitida esta hipótesis, y dado que en muchos sitios se encuentra un Eoceno puzado entre la Sierra y un violento pliegue anticlinal del

Mioceno, se llega a la consecuencia de que el arrastre del paquete Keuper Jurásico-Neocomiense se ha efectuado hacia el norte, sobre el Gault y el Eoceno, y un empuje postburdigaliense de sentido contrario ha ocasionado el violento anticlinal mioceno de la Sierra de Cajal y el pinzado del Eoceno y Triásico entre ésta y la de Ricote. Justifica además esta interpretación el carácter transgresivo de los niveles miocenos más bajos y las frecuentes discordancias intramiocenas.

En el ámbito de esta hoja existen varios manantiales minero-medicinales, entre los que destaca por su categoría termal el de Archena, cuyas características se describen en el capítulo dedicado a las aguas subterráneas, así como las de algunos otros manantiales.

El texto va ilustrado con algunos croquis y abundantes fotografías.

Hoja núm. 374. Peñafiel (Burgos).

La Hoja de Peñafiel número 374 del mapa topográfico nacional, a escala 1:50.000, pertenece, en su parte oriental, a la provincia de Burgos y, en la occidental, a la de Valladolid; queda comprendida entre los meridianos 0° 10' y 0° 30' y los paralelos 41° 40' y 41° 30'.

Toda su extensión está ocupada por terrenos modernos, Mioceno y bandas largas y estrechas de formaciones aluviales recientes a lo largo de los cursos de los ríos, principalmente del Duero y Duratón.

El Mioceno está representado por una formación detritica inferior, *Tortonense*; otra media compleja, con arcillas calcáreas, margas calizas y margas yesosas, calizas margosas y caliza conchifera, en unas partes, y bancos de yeso en otras, atribuidas al *Sarmatiense*. Corona la formación un banco de variable potencia de caliza compacta blanca y caliza cavernosa, algo cristalina, de edad *Pontiense*, la caliza de los páramos. En reducida extensión y lado oriental de la Hoja se encuentran sobre estas calizas unos cascajos, que pueden ser pontienses, en facies de borde de las montañas situadas al sur y este, o terrazas *pliocenas*.

Además de la descripción detallada de estos niveles y de sus rocas, la explicación contiene datos de geografía física y evolución morfológica, de población humana, agricultura e industria y una descripción histórica y monumental de la villa de Peñafiel.

Ilustran la explicación cortes geológicos y numerosas fotografías.

Notas bibliográficas

CRIADEROS

LEVERSEN, A. I.: *Geology of Petroleum*. Editado por W. H. Freeman and Company. San Francisco, 1954.

Este libro, de muy reciente publicación, constituye un verdadero tratado de la técnica de la investigación geológica aplicada a las prospecciones petrolíferas. Está escrito para geólogos experimentados, y se prescinde en él de toda serie de explicaciones geológicas previas.

Se estudian, en primer lugar, las condiciones de formación y depósito de hidrocarburos. Los capítulos siguientes están dedicados a los diferentes tipos de depósitos de hidrocarburos, y se estudian todas las formas posibles de estructuras petrolíferas, tanto desde el punto de vista puramente tectónico, como del de las condiciones fisicoquímicas del depósito potencial.

La última parte, dedicada a la acumulación y migración de hidrocarburos, estudia estos fenómenos en relación con la evolución tectónica de las formaciones que les albergan. Se explican el trazado de mapas paleogeográficos y de contornos estructurales, y las relaciones entre las investigaciones tectónicas y las mediciones geofísicas.

Al final de cada capítulo se inserta una copiosa bibliografía sobre los temas tratados en él.—E. DUPUY.

GEOGRAFIA FISICA

MENSCHING, H. und RENÉ RAYNAL: *Fussflächen in Marokko*. «Pettermans Geogr. Mitteilungen», t. 98, págs. 171-176, 1 fig., 1 mapa, 10 fotografías, 1954.

Los autores describen de una pequeña zona del alto Atlas, en el valle de Muluya, el tipo de rampas de erosión (glacis d'érosion o Fussflächen) propia de los piedemonte de los países áridos, bien conocidas de otras zonas próximas por los estudios de Dresch, Birot, Joly, Büdel, etc. Este tipo de superficies desarrolladas sobre los materiales blandos del piedemonte enlaza hacia la montaña con depósitos periglaciares y hacia el valle con las terrazas del Muluya. Como es frecuente, en parte son superficies de erosión enteramente desnudas, desarrolladas por erosión lateral, sobre todo en la zona central de la rampa o zona

de equilibrio, mientras lateralmente y al pie de las montañas soportan una película de derrubios. Según los autores se formaron en los períodos pluviales, mientras durante el interpluvial se produciría la erosión lineal que desgastaría en parte los niveles antiguos y permitiría en el pluvial siguiente la formación de rampas más bajas, encajadas en las antiguas. También son frecuentes las rampas poligénicas. La más antigua sería, como en el sur de España, Villafranquiense.

Es de destacar que las rampas de erosión parecen desaparecer hacia la zona húmeda del Rif. También en la España árida se puede seguir paso a paso; por ejemplo, desde Valencia hacia Andalucía, el desarrollo progresivo de las rampas de erosión, en coincidencia con la progresiva aridez del clima, hasta alcanzar el magnífico desarrollo que se observa entre Almería y Murcia.—L. SOLÉ SABARÍS.

CALLEUX, A.: *Ampleur des régressions glaciostatiques*. «Bull. Soc. Géol. France», 6.^e sér., t. IV, págs. 243-254, 1 fig. Paris, 1954.

Los testimonios de regresión, tales como turbas, depósitos continentales, formas fluviales, etc., sumergidos, señalan como probables los valores de 40 a 172 m., con una mayor frecuencia hacia los 90 metros para las regresiones cuaternarias glacioeustáticas.

Si se tiene en cuenta el volumen de los glaciares actuales que acusan, según las recientes determinaciones por métodos geofísicos, espesores de 1.900 a 2.200 m. para Groenlandia, de 2.460 para la Antártida, da para el conjunto de la Tierra unos 22 a 36 millones de kilómetros cúbicos de hielo. Si este volumen se licuase se produciría una elevación eustática de 38 a 62 m. del nivel del mar.

Los glaciares cuaternarios correspondientes al máximo de extensión supone un espesor de agua de 120 a 220 m., pero teniendo en cuenta la reacción eustática producida en los continentes por la acumulación del hielo, la regresión pudo alcanzar un valor máximo de 90 a 150 metros en relación con el cero actual y de 40 a 70 m. para el último período glacial.

El autor enfoca el problema de los inlandsis en diversas épocas geológicas, con regresiones importantes, especialmente para el precámbrico.—L. SOLÉ SABARÍS.

A. RONDEAU: *Aspects de la morphologie cryonivale dans le Midi de la France*. «Bull. Soc. Géol. France», 6.^e sér., t. IV, pp. 225-232, 1 lámina. Paris, 1954.

A medida que progresan los estudios sobre geomorfología periglacial se concreta mejor la distribución zonal de las formas de erosión y de acumulación debidas a la acción del hielo. Para nosotros resultan,

sobre todo, interesantes las formas reconocidas en el sur de Francia, por ser las que más fácilmente pueden encontrarse en el ámbito mediterráneo.

El autor distingue los siguientes tipos: a), derrubios ordenados (*éboulis ordonnés*), que señala se forman todavía actualmente en los Picos de Europa, hacia 2.000-2.200 m.; b), *grèzes litées*, que se distinguen de los anteriores, a pesar de su semejanza en la estructura, por formarse al pie de pequeños relieves, mientras los primeros se depositan al pie de escarpes importantes; c), coladas de soliflucción, producidas por las aguas de fusión de la nieve; d), *glacis de piedmont*, que constituyen, según el autor, la forma más original de estas zonas meridionales, en los Alpes y en el Tirineo; proceden ya de cuencas de recepción, ya de nichos de nivación; dan lugar a pendientes débiles, incluso de primero; constan de elementos angulosos, escasamente rodados, intercalados con arenas de estratificación cruzada; su diferencia con los conos de deyección es, por el mejor calibrado de los cantos y la estructura, bien estratificada.

Atribuye estas formaciones al período frío y seco postwürmiense e incluso algunas como subactuales.—L. SOLÉ SABARÍS.

FRANÇOIS OTTMANN et JACQUES PICARD: *Contributions à l'étude du Quaternaire des régions de Palerme et Milazzo (Sicile)*. «Bull. Soc. Géol. France», 6.^e sér., t. IV, págs. 395-408, 4 figs. Paris, 1954.

Los autores revisan algunos de los cortes típicos del Cuaternario de la costa septentrional de Sicilia, en los alrededores de Palermo, y, basándose en formas de habitat conocido, rectifican algunas opiniones anteriores respecto al Siciliense. La rica fauna caracterizada por *Cyprina islandica* se localiza en lentejones de areniscas amarillas intercaladas en margas azules; en éstas la presencia de *Nassa semistriata*, que vive a —100 m., señala una zona profunda, mientras las zonas amarillas más oxidadas indican una aireación por corrientes coetáneas a la sedimentación. Esto indica que en el Siciliense de Palermo no se trata de una biocenosis mixta, con mezcla de especies profundas y superficiales, a consecuencia de haber remontado las primeras al enfriarse el agua, sino de una biocenosis profunda de tipo actual, enriquecida con elementos noratlánticos arrastrados por corrientes más profundas y activas que las actuales.

En la región de Palermo se reconoce además del Saciliense el Tirreniense I y II, separados por una fase con limos rojos y dunas.

En la región de Milazzo identifican el antiguo Milaziense con el Tirreniense II.

Las conclusiones rebasan, pues, el interés local para alcanzar un valor general en la estratigrafía del Cuaternario marino del Mediterráneo.—L. SOLÉ SABARÍS.

ARAMBUORG, C.: *Les «Plages soulevées» du Quaternaire*. «Quaternaire», 1, págs. 55-60, 2 figs. Roma, 1954.

Los hechos fundamentales descubiertos por Dépéret demuestran la existencia en el Mediterráneo de varios niveles marinos cuaternarios, escalonados a alturas decrecientes, desde un centenar de metros al nivel actual. Posteriormente se ha descubierto la misma sucesión en otras partes del mundo. La teoría de Dépéret se basa en el hecho de que los niveles más antiguos son los más altos, y en que las diferentes playas observadas corresponden a episodios climáticos diferentes, pues mientras los niveles superiores contienen elementos nórdicos, como la *Cyprina islandica*, los más bajos encierran, en cambio, elementos tropicales como el *Strombus bubonius*.

Numerosas observaciones demuestran que esta regresión no ha sido continua, sino que se ha efectuado con oscilaciones importantes de amplitud decreciente. En Italia y Argelia se ha comprobado en forma irrefutable que el nivel actual del mar se ha estabilizado después de una regresión que alcanzó el centenar de metros por debajo del actual nivel de las aguas.

Estas oscilaciones, llamadas eustáticas por Suess, fueron atribuidas por Tylor a las glaciaciones cuaternarias, pues la acumulación de hielo se ha calculado que pudo determinar un descenso del nivel del mar, del orden del que acusan los hechos referidos, mientras el deshielo provocó la elevación del nivel general de los mares. Pero esta teoría clásica no explica el porqué de las alturas decrecientes de las terrazas marinas. Es indudable que estas oscilaciones eustático-glaciares debieron interferir con un movimiento general de descenso del nivel del mar, con lo que, en cada fusión, correspondiente a los períodos interglaciares, el nivel alcanzado por el mar fué más bajo que en el interglaciar anterior.

Se han hecho muchas hipótesis para explicar esta regresión continua, de las cuales parece la más conveniente la que reposa en la reacción isostática de los bloques continentales provocada por la erosión. En efecto, se ha calculado que los ríos aportan anualmente al mar la cantidad de 16 kilómetros cúbicos de material, que, repartido sobre los 145 millones de kilómetros cuadrados de la superficie terrestre, representa la denudación anual de una capa de 0,11 milímetros de espesor medio. Dada la duración del cuaternario de un millón de años aproximadamente, representa la erosión de una capa de 110 metros de espesor. Teniendo en cuenta la diferencia de densidad entre el sial (2,5) y el sima (3), los continentes, para compensar esta pérdida de peso, deben haber sufrido una elevación de 90 metros, que es la altura aproximada que corresponde a las terrazas marinas más elevadas.

El esquema propuesto por el autor representa gráficamente la interferencia entre ambos fenómenos. Supone que el nivel actual del mar es el que correspondió a los interglaciares cuaternarios, lo cual exige que la intensidad de la desglaciación actual es del mismo valor que durante dichos períodos, lo cual, ciertamente, no está probado.—L. SOLÉ SABARÍS.

NUCLEONICA

W. PORSCHEN y W. RIEZLER: *Radiactividad natural del platino y neodimio*. «Z. Naturforsch.», IX a 701-3, julio-agosto 1954.

Con soluciones acuosas de compuestos de Pt y Nd los autores han impresionado placas nucleares. En sus impresiones cuentan las partículas β . La constante de desintegración del Pt es $\lambda = 8,5 \times 10^{-17}$ a. y el período de semidesintegración es $T = a. 8 \times 10^{15}$ a. (a es la abundancia del isótopo activo). Pt^{190} ($a = 0,006$ %) es el isótopo activo con un período de 5×10^{11} a. La constante de desintegración del Nd es $\lambda = 6,5 \times 10^{-17}$ a. y el período $T = a. 2 \times 10^{16}$ a. El isótopo activo es Nd^{144} con $a = 23,9$ % y un período de 5×10^{15} a. La energía de desintegración del Pt se calcula como 3,1 Mev y la del Nd como 1,9 Mev, ambos de acuerdo con los valores experimentales.—L. F.

GEORGE BEARD y M. H. WIDENBECK: *Natural radioactivity of Sm¹⁴⁷*. «Phys. Rev.», XCV, 1,245 y 6, 1 sept. 1954.

Han medido el período de semidesintegración del Sm^{147} y deducido el valor $(1,25 \pm 0,06) \times 10^{11}$ a. con la distribución de la energía correspondiente a la emisión de partículas alfa monoenergéticas.—L. F.

J. TIMMERMANS: *Oxygen-18 abundance in fresh water*. «Nature» CCXXIV, 234-5, 31 julio 1954.

Las valoraciones con espectrógrafo de masas del O^{18} en 109 muestras de agua dulce, procedentes de varias partes del mundo, muestran variaciones muy considerables, disminuyendo conforme el clima tiende a más frío. Las desviaciones respecto al tipo son de $+ 32 \times 10^{-4}$ a -17×10^{-4} ato %. Esto es debido principalmente a la gran abundancia de O^{18} en las precipitaciones del vapor de agua oceánico de la zona nórdica, con respecto al resto del vapor. Recíprocamente la evaporación causa un aumento en la proporción de O^{18} en el agua restante.—L. F.

TRUMAN, P. KOHMAN: *Geochronological significance of extinct natural radioactivity*. «Science» CXIX, 851-2, 11 junio 1954.

Se discuten las posibilidades de determinar la existencia y la significación potencial de la radiactividad extinguida en la determinación del

tiempo de los acontecimientos geológicos antiguos, asociados con la formación de ciertos minerales o fases geológicas.—L. F.

W. HERR, H. HINTENBERGER y H. VOSHAGE: *Half-Life of rhenium*. «Phys. Rev.», XCV, 1691, 15 septiembre 1954.

Se ha determinado el periodo del Re^{187} por la valoración química del osmio y renio contenido en un mineral de molibdeno.

Indeterminaciones en la edad del mineral dan como valores límites $5 \times 10^9 \leq T \leq 2.5 \times 10^{11}$ a., valor inferior de 4×10^{12} a., determinado anteriormente por Naldrett y Libby.

Para un mineral con una edad de 500 m. de a. el periodo podría ser de 5×10^{10} a.—L. F.

D. DIXON y A. McNAIR: *A search for natural radioactivity in neodymium, rhenium and osmium*. «Phil. Mag.», XLV, 1099-1108, noviembre 1954.

La existencia de los isóbaros Re^{187} y Os^{187} fueron motivo para la investigación por medio de contadores proporcionales, con el fin de evidenciar la radiactividad natural. La radiactividad β probable del Nd^{150} corresponde a un periodo no menor de 10^{16} a. No han observado emisión β del renio, y dan 10^{15} a. como valor mínimo del periodo del Re^{187} . Han observado la emisión de rayos Lx del osmio, pero mantienen que hay materiales densos con emisión análoga, que creen es causada por la absorción fotoeléctrica de rayos γ por los materiales. Concluyen que no se evidencia la desintegración del osmio y que el mínimo del periodo para la captura electrónica excede de 10^{15} a.—L. F.

GIOVANNI BOATO: *The isotopic composition of hydrogen and carbon in the carbonaceous chondrites*. «Geoch. et Cosmoch. Acta», VI, 209-220, diciembre 1954.

Se ha determinado en varias condritas carbonosas el hidrógeno y carbono contenido, así como la composición isotópica de estos elementos. Se agrupan en dos tipos: las que contienen 10 por 100 de agua y 2 por 100 de carbono, y las que tienen 1 por 100 de agua y 0,3 a 0,8 por 100 de carbono. Las composiciones isotópicas no tienen gran diferencia de las terrestres. Cuatro petrolitos muestran un contenido en deuterio fuera de lo normal para valores terrestres; este hecho y la serie de experimentos mostraron que el hidrógeno extraído era verdaderamente meteorítico. Obtiene por primera vez la composición isotópica de un H extraterrestre. Parece ser que ningún gran fraccionamiento isotópico de H ha ocu-

rrido en el sistema planetario; no obstante, la abundancia de deuterio terrestre es probablemente bien representativa de la cósmica primitiva.

Tres grupos de condritas dan aparentemente resultados básicos de carbono, los cuales corresponden a valores progresivos en el contenido de C^{12} . Los resultados se discuten de acuerdo con las teorías presentes acerca de la formación del sistema planetario y del origen de los meteoritos.—L. F.

P. K. KURODA y R. R. EDWARDS: *Radiochemical measurements of the natural fission rate of uranium*. «J. Chem. Phys.», XXII, 1940, noviembre 1954.

Han aislado de 2,5 Kg. de peblendita con 41,70 por 100 de U^{238} la cantidad de 45 mg. de estroncio para el estudio de la escisión espontánea del mineral de uranio.

La muestra fué descontaminada de las actividades del radio y del bario. Dan los resultados de las radiactividades medidas. Suponiendo una escisión de 5 por 100 para el Sr^{90} , los datos indican $(1.3 \pm 0.1) \times 10^{-14}$ o c. $\text{Sr}^{90}/\text{g. U}^{238}$, correspondiente a un periodo de semidesintegración de $(5.9 \pm 0.6) \times 10^{15}$ a. Han obtenido un valor de $(6.1 \pm 1.5) \times 10^{15}$ a. por la relación $\text{Sr}^{89}/\text{U}^{238}$, suponiendo una escisión de 4.5 por 100 para el Sr^{90} .—L. F.

FRANK ASARO e I. PERLMAN: *Table of alpha-disintegration energies of the heavy elements*. «Rev. of Mod. Phys.», XXVII, 456-62, octubre 1954.

Esta publicación es de suma utilidad para cuantos cultivan la geonucleónica por poder disponer de las energías correspondientes a los 140 emisores α para los cálculos de los procesos térmicos naturales y artificiales.

La tabla se completa con otros datos interesantes, como periodos de semidesintegración, tanto por ciento, intensidad, etc.

El valor máximo, 9,4 Mev, corresponde al At^{213} , y el mínimo, 3,1 Mev, al Bi^{209} .—L. F.

H. A. SHILLIBER y R. D. RUSSELL: *The potassium-argon method of geological age determination*. «Can. J. Phys.», XXXII, 681-93, noviembre 1954.

Discuten los autores la utilización del método potasio-argón para el datado de minerales. Examinan el esquema de desintegración del K^{40} . Se refieren a los resultados de 11 medidas recientes, que dan un valor medio de (29.4 ± 2.7) emisiones β por segundo y gramo de potasio.

Del promedio de 15 determinaciones previas de la desintegración γ se deduce una relación con la anterior de $0,090 \pm 0,038$. Este valor es concordante con el dado por los autores anteriormente, de 0,089, a base de dos determinaciones potasio-argón.

Discuten los métodos para la valoración de argón radiogénico contenido en los minerales de potasio, y describen detenidamente la técnica que siguen en su laboratorio. Calculan las edades por el método potasio-argón para cuatro pertitas y dos lepidolitas.

Estas edades están de acuerdo completo con las mejores valoraciones de edades por otros métodos.—L. F.

I. PERLMAN y F. ASARO: *Alpha radioactivity*, «An. Rev. of Nuc. Scien.», IV, 157-190, 1954.

Se recopilan en esta publicación las energías en Mev correspondientes a las emisiones α de los diversos núclidos.

También consideran los espectros complejos alfa de los emisores par-par y los periodos de semidesintegración.

Se completa el trabajo con 116 citas bibliográficas.—L. F.

S. J. THOMSON y K. I. MAGNE: *The ages of three stony meteorites and a granite*. «Geoch. et Cosmoch. Acta», VII, 169-176, abril 1955.

Las edades de solidificación de tres petrolitos fueron determinadas por los autores por la relación K^{40}/A^{40} . Estas edades varían de 1.900 a 3.800 m. de a. Por el mismo método se ha establecido la edad del granito como 490 m. de a.—L. F.

CLAIRE C. PETERSON: *The Pb^{207}/Pb^{206} ages of some stone meteorites*. «Geoch. et Cosmoch. Acta», VII, 151-153, abril 1955.

El autor ha determinado la composición isotópica del plomo aislado de algunos petrolitos. Basado en determinados principios, deduce por la relación Pb^{207}/Pb^{206} una edad para los meteoritos de $4,5 \times 10^9$ a. Por los datos del plomo deduce que la concentración de uranio en ellos fué de 0,1 p. p. m., y la del torio, de 0,5 p. p. m.

Una de las suposiciones es que el plomo original de los meteoritos es $Pb^{206}/Pb^{204} = 9,50$, $Pb^{207}/Pb^{204} = 10,36$ y $Pb^{208}/Pb^{204} = 29,49$.—L. F.

A. F. KOVARICK y N. I. ADAMSPAR: *Redetermination of the Disintegration Constant of U^{238}* . «Phys. Rev.», XCVIII, 46, 1 de abril de 1955.

El peso atómico del uranio natural es 238,103 y las masas relativas de U^{238} y U^{235} son 0,99285, 0,00710 y 0,00005, respectivamente. Puesto

que las actividades alfa de los isótopos están en las relaciones 1:0,046:1 y la actividad alfa específica del U^{238} es 739,9 desintegraciones por minuto y miligramo, llega a que,

$$\lambda^{238} = 1,538 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$$

con un error de $\pm 0,02$ %. El periodo correspondiente de semidesintegración es $4,507 \times 10^9$ a., el cual difiere de los valores determinados por el mismo autor en 1952 en un 0,4 %.—L. F.

G. D. L. SCHREINER, R. T. JAMESON y B. F. J. SCHONLAND: *Age measurements on a pegmatitic mica from the Rhodesian Shield*. «Nature», CLXXV, 464, 12 marzo 1955.

Manifiestan los autores que una de las causas de error en la datación de las micas se debe a la variedad de las muestras. Citan el caso de las lepidolitas de Pope's Claim, cerca de Salisbury, en Rhodesia del Sur, donde encontraron en un bloque de mica de 15×10 cm. por 4 cm. de espesor tres tipos de mica: biaxial púrpura, biaxial verde y uniaxial púrpura. Efectúan la valoración del Rb^{87} y Sr^{87} con el espectrógrafo de masas y deducen para edades 2690, 2820 y 2570 m. de a. Según los autores, estas diferencias se deben a que si la migración iónica del material ha tenido lugar en esta muestra no parece probable que fuera capaz de mantener invariable la relación Rb^{87}/Sr radiogénico.—L. F.

HENRY R. HEOKSTRA y JOSEPH J. KATZ: *Age of uraninites from crystallographic data*. «Nature», CLXXV, 605-6, 2 de abril 1955.

Crítican los autores el trabajo de Wasserstein (1954) de tener ciertas imprecisiones debidas a: existencia de U^{407} y Th^{407} , efectos de lixiviación, oxidación, destrucción por la radiación y existencia de elementos de los grupos de las tierras raras y alcalinotérreos.

El autor criticado justifica, con una nota publicada a continuación, lo infundado de dicha crítica.—L. F.

GEORGE W. WETHERILL: *Variations in the isotopic abundances of neon and argon extracted from radioactive minerals*. «Phys. Rev.», XCVI, 679-83, 1 nov. 1954.

Ha encontrado el autor cantidades excesivas de Ne^{21} y Ne^{22} y A^{38} en los minerales de uranio y torio.

Esta anormal abundancia la considera procedente de las reacciones

(α , n) y (α , p) en los minerales, supuesto que es posible que una parte del Xe^{21} de la atmósfera proceda de este origen.—L. F.

D. HIRSCHBERG: *Dosage de radioléments par la distribution des intervalles entre désintégrations. Application au RdTh.* «Il Nouvi Ciment», XII, 73:42, 1 nov. 1954.

El autor cuenta los pares de desintegraciones sucesivas $\text{Tn } \alpha \rightarrow$, $\text{ThA } \alpha \rightarrow$, por medio de un contador proporcional. Por medio de un circuito especial relaciona los intervalos inferiores a un tiempo dado y discute la elección del tiempo óptimo. La cantidad mínima mensurable de RdTh es la correspondiente al equilibrio con 3×10^{-9} y de torio. Examina la relación admisible entre las actividades en α y en pares $\text{Tn } \alpha \rightarrow$, $\text{ThA } \alpha \rightarrow$.—L. F.

D. F. C. MORRIS y F. M. BREWER: *The spectrochemical determination of gallium in blends.* «Spect Acta», VII, 88-90, 1955.

Con el fin de estudiar y verificar los análisis de galio en las blendas por métodos de radiactivación proponen un método de análisis espectroquímico por arco y excitación catódica, en el que se utiliza el cinc como patrón interno. La sensibilidad que alcanza es de 0,005 a 0,02 % de Ga, con una precisión del 5 %. Los resultados por técnicas radiactivas y espectroquímicas son concordantes.—L. F.

EDWARD A. ALPEROVITCH: *Contribution to the problem of naturally occurring technetium.* «Columbia Univ.», 118 págs., 4 feb. 1954.

Estima el autor que las relaciones cósmicas originales fueron Tc^{97}/Re de 1:1 y Tc^{98}/Re de 1:10. Siguió el autor tres métodos de detección espectroscopia de emisión, espectroscopia de masas y activación neutrónica, sólo los dos últimos tienen la sensibilidad suficiente para permitir la detección de 10^{-10} a 10^{-18} g. de tecnecio por g. de material. Un procedimiento químico para aislar el Tc de los minerales naturales, da factores de decontaminación de 10^{-10} para el Re, Mo y otros elementos, requisito previo para la aplicación de destilación e intercambio-aniónico cromatográfico. De los seis minerales examinados por activación neutrónica para identificar el Tc^{98} natural, dan resultados positivos dos itriotantalitas y una niobita, indicando un contenido en Tc^{98} de 10^{-9} a 10^{-15} y 10^{-10} a 10^{-16} , respectivamente. Puesto que no se ha identificado el Tc^{97} en tres molibdenitas precambrianas el período de semidesintegración β del Mo^{97} puede ser $> 2.4 \times 10^{16}$ a.—L. F.

W. GENTNER und E. A. TRENDELEBURG: *Experimentelle untersuchungen über die diffusion von helium in steinsalzen und sylvinen.* «Geoch. et Cosmoch. Acta», págs. 261-267, diciembre de 1954.

Las medidas con un espectrógrafo de masas sirven para dar una constante de difusión del helio en el NaCl puro y en una mezcla de silvinita (45 % NaCl y 55 % KCl) en la zona comprendida por 500 y 650° C. Una extrapolación de los valores medios, a la región térmica de 40 a 80° C, está de acuerdo con los obtenidos para las correcciones en las determinaciones de edades.

Valores extrapolados DH_0 (80° C) = $4,0 \times 10^{-17}$ cm²/seg; DH_0 (40° C) = $3,2 \times 10^{-19}$ cm²/seg. para determinaciones de edad DH_0 (80° C) = $1,2 \times 10^{-17}$ cm²/seg.; DH_0 (40° C) = $1,2 \times 10^{-19}$ cm²/seg.

Presentan una discusión de estos valores, que difieren de los deducidos por Thomson y Wardle. También exponen cómo en la silvinita los procesos de desgasificación dependen de la textura cristalina.—L. F.

PALEONTOLOGIA

TREVISAN, J.: *Lo scheletro di Elephas antiquus italicus di Fonte Campanile (Viterbo).* «Palaeontographia Italica», vol. XLIV. Pisa, 1954.

La monografía ilustra un esqueleto casi completo del *E. antiquus italicus* procedente de Viterbo, provincia de Italia central. Se estudia primeramente el yacimiento y la evolución geológica de la región, y a continuación las partes principales del esqueleto, refiriéndose en especial a los caracteres diferenciales y evolutivos.—L. B.

DEL CAMPANA, D.: *Carnivori Quaternari della tucchia e della caverna di Equi nelle Alpi Apuane.* «Palaeontographia Italica», vol. XLIV. Pisa, 1954.

Se publican los resultados del estudio de los restos de carnívoros de la gruta de Equi, a excepción del género *Ursus*, publicado en el volumen XXVI de la misma publicación. Se incluyen monografías del *Canis lupus*, Linn.; *Vulpes vulpes*, Linn.; *Cuon alpinus*, Bourg.; *Felis leo*, Linn.; *Leopardus pardus*, Linn.; *Felis silvestris*, Schreber, y *Lynx lynx*, Linn.—L. B.

EMILIANI, C.: *The Oligocene microfaunas of the central part of the northern Apennines.* «Palaeontographia Italica», vol. XLVIII. Pisa, 1954.

Se hace un estudio de cinco microfaunas de la parte central y norte de los Apeninos. El carácter común a las cinco microfaunas es la pe-

queña relación que existe entre el número de individuos bentónicos al de la especie correspondiente y el alto porcentaje de formas primitivas arenáceas.

Se llega a determinar que las cinco microfaunas vivieron en un ambiente de gran semejanza, a unos 1.200 metros de profundidad y a 4º C. de temperatura. La forma pelágica parece indicar un mar tropical o subtropical.

Se incluye, por último, la descripción de numerosas especies.

VALDUGA, A.: *Ammoniti ed Aptici neogiurassici dell'Ogaden e della Somalia sud-occidentale*. «Palaeontographia Italica», vol. XLVIII. Pisa, 1954.

La fauna estudiada está constituida por Ammonites correspondientes a las familias *Oppelidae*, *Mayaitidae*, *Perisphinctidae*, *Aspidoceratidae*, *Berriaseillidae* y dos especies del género *Katroliceras*; se reseñan en total 27 especies, y los *Aptychus* son de los grupos de los *Lacvaptychus* y de los *Lamellaptychus*.

La mayor parte de las especies estudiadas resultan nuevas en el África Oriental y pertenecen al Jurásico superior.

AZZAROLI, A.: *Revisiones della fauna dei terreni fluvio-lacustri del Valdarno Superiore*. «Paleontologia Italica», vol. XLVIII. Pisa, 1954.

El autor hace una revisión sobre la literatura paleontológica de la región estudiada, y hace un estudio sistemático sobre la evolución del género *Sus*, proponiendo dividir la especie cuaternaria y viviente del *Sus* en los grupos: *Sus scrofa*, *S. verrucosus*, *S. barbatus* y *S. falconer*. Por último, hace una descripción del *Sus strozzi*.

INDICE

	PÁGS.
El problema del uranio, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.	3
Notas sobre Alveolinas españolas, por G. COLOM	17
Sobre la edad de los conglomerados terciarios del borde Norte de las Sierras de la Demanda y de Cameros, por ORIOL RIBA ...	39
Geología del valle superior del río Eresma (Sierra de Guadarrama), por J. M.ª FÚSTER y F. DE PEDRO	51
Aplicación del método de clasificación y nomenclatura de las rocas volcánicas, propuesto por A. Ritmann, a las rocas volcánicas de España, por M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA y LUIS C. GARCÍA DE FIGUEROLA	83
Perspectivas petrolíferas mundiales, desde un punto de vista geológico, por HOLLIS D. HEDBERG	105
Noticias ...	133
Notas informativas ...	145
Notas bibliográficas:	
Criaderos ...	151
Geografía física... ..	151
Nucleónica	155
Paleontología	161