

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

DE

ESPAÑA



NÚMERO 34

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

1954

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.

Estudio de la radiactividad de la arena de la playa
de Langosteira, en Finisterre (Galicia-España)

POR

R. C O P P E N S

Del Instituto del Radio, París, Prof. del Lycee de Vannes
(Morbihan) Francia

R . C O P P E N S

Del Instituto del Radio, París, Prof. del Lycee de Vannes
(Morbihan) Francia

ESTUDIO DE LA RADIATIVIDAD DE LA ARENA DE LA PLAYA DE LAGOSTEIRA, EN FINISTERRE (Galicia - España)

1. NATURALEZA DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS

Son arenas que se presentan bajo la forma de granos cuyos diámetros varían, por término medio, de 100 a 200 μ . Estos diámetros son superiores al alcance mínimo de los rayos α en estos granos.

Las arenas proceden de la playa de Lagosteira, inmediata al pueblo de Finisterre (Coruña, España).

La muestra 92-D-2-2 es de la arena de las dunas tal como se encuentran, y las 92-D-2-3, 92-D-2-4, 92-D-2-5 y 92-D-2-6, son concentraciones especialmente preparadas a partir de la primera, según se indica por I. Parga-Pondal y J. Pérez Mateos (1954).

2. MEDIDAS DE LA ACTIVIDAD

La actividad de las muestras ha sido medida por el número de rayos α inscritos sobre una placa nuclear durante un tiempo dado.

Para poder efectuar comparaciones y poder relacionar las medidas de las diferentes concentraciones estudiadas hemos referido siempre los resultados a la emisión por centímetro cuadrado y por segundo.

3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE GRANOS ACTIVOS

Las muestras han sido colocadas sobre placas nucleares. Estas fueron reveladas después de una exposición del orden de siete días, y se observó la presencia de agrupaciones de trayectorias α , que corresponden, sin duda, a los granos activos (fig. 1). Es fácil contar estas agrupaciones y, por consiguiente, el número de granos activos por centímetro cuadrado de superficie. Por otra parte, el examen de la muestra al microscopio permite evaluar el número total de granos en la misma superficie.

Partiendo de estos datos, hemos determinado el porcentaje de los granos activos para cada muestra.

Entre los minerales constitutivos de estas arenas, se deduce que únicamente la monacita posee una actividad considerable. Los circones son también radiactivos, pero su contenido es mucho más débil que el de las monacitas.

Por otra parte, las dimensiones de los circones son más pequeñas, y el número de rayos α emitidos por un círculo es muy débil en relación al de los rayos emitidos por una monacita.

Las agrupaciones de rayos α que hemos contado son todas muy importantes, y, por lo tanto, no puede tratarse más que de monacitas.

A continuación comparamos los porcentajes de granos activos obtenidos por nosotros con los porcentajes de gra-

nos de monacita obtenidos por Parga-Pondal y Pérez Mateos.

MUESTRA	Número de granos por cm ²	Número de agrupaciones de rayos por cm ²	Porcentaje aproximado de granos con actividad	Porcentaje de granos de monacita según Parga-Pondal y Pérez Mateos
92-D-2-2	3.000	1/5	0,007	0,018
92-D-2-3	6.000	96	1,6	3
92-D-2-4	7.200	3.200	44	46
92-D-2-5	6.400	228	3,5	3,5
92-D-2-6	2.500	3	0,12	—

Se ve claramente que los resultados obtenidos por nosotros concuerdan, en general, con los de Parga-Pondal y Pérez Mateos.

Sin pretender dar a nuestros valores una certidumbre absoluta, debemos observar que hemos evaluado el porcentaje contando los granos radiactivos inscritos en 1/4 de cm.² para las muestras 92-D-2-3, 92-D-2-4, 92-D-2-5, en 3 cm.², para la 92-D-2-6, y en 5 cm.², para la 92-D-2-2, o sea para un número total de granos variable desde 1.500 para 92-D-2-3 hasta 15.000 para 92-D-2-2, y por consecuencia, el error estadístico se halla muy reducido. De esta forma hemos podido encontrar y determinar en la muestra 92-D-2-6 granos activos, probablemente de monacita, según la emisión de rayos α , cuya existencia no había sido hallada por los recuentos de J. Pérez Mateos. Contrariamente, la proporción de granos activos es inferior en la muestra 92-D-2-2, en la cual nosotros solamente hemos hallado una agrupación de rayos α en una superficie del orden de 5. cm.². Indudablemente hay que admitir, para estas muestras tan pobres en monacita, una repartición muy irregular de este mineral, y esta hipótesis nos conduce a no

dar gran valor a los resultados logrados, sin duda afectados de un error importante, aunque dan una idea bastante cierta de su escaso contenido en monacita.

4. DETERMINACIÓN DE LA RAZÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE URANIO Y DE TORIO DE LOS MINERALES DE LA MUESTRA 92-D-2-4

Puesto que los granos de esta muestra tienen diámetros superiores a los alcances de los rayos α , hemos adoptado el método de Mme. Joliot-Curie (1946), ya utilizado por nosotros (R. Coppens, 1950) y resumido por E. Torre-Enciso (1952).

Llamando n_1 al número de rayos α de alcance superior a 7 cm. de aire, y n_2 al número de rayos α de recorrido comprendido entre 5,8 cm. y 7 cm., la razón Th/U de las concentraciones de torio y uranio se deduce de

$$\frac{\text{Th}}{\text{U}} = \frac{3,3}{\frac{n_2}{n_1} - 0,8}$$

Encontramos $n_1 = 98$ y $n_2 = 76$, lo que conduce a $\text{Th}/\text{U} = \infty$. Tenemos, por lo tanto, que admitir que la muestra examinada no contiene más que torio. Si contiene uranio, su proporción debe ser extremadamente débil.

Para efectuar este cálculo hemos supuesto, evidentemente, que había sido alcanzado el equilibrio radiactivo.

5. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN TORIO DE LOS GRANOS DE MONACITA

Colocando sobre una emulsión nuclear granos de la muestra 92-D-24, pegados a una cierta distancia unos de

otros, sobre una placa de vidrio, con bálsamo de Canadá, hemos podido verificar, por una parte, los granos activos, y por otra, los rayos α emitidos por ellos. De esta forma hemos podido determinar el contenido en torio de un cierto número de granos de monacita.

Esta evaluación la efectuamos aplicando la relación (I. Curie, 1946, y R. Coppens, 1952-a) $2,64 C_{Th} K' = N$, en la cual C_{Th} es la concentración en torio; $K' = 24$, el coeficiente de absorción de la monacita, determinado por nosotros (R. Coppens, 1952-b, 1952-c), y N , el número de rayos α emitidos por cm^2 y por segundo.

Operando de esta forma, y para un tiempo de exposición de quince horas y treinta minutos, obtuvimos los siguientes resultados para cada uno de los 15 granos observados, fotos 2 y 3.

Número de los granos	Número de rayos α emitidos	Superficie S de emisión de los granos, en μ^2	Número N de rayos α emitidos por cm^2 y segundo	C_{Th} %
1	32	23.000	2,33	4,2
2	16	16.000	2,0	3,3
3) en media..	51	55.000	2,6	4,3
4)	32	20.000	2,8	4,6
5	27	15.000	3,2	5,3
6	17	15.000	2,0	3,3
7	29	15.300	3,4	5,6
8	25	16.000	2,8	4,6
9	37	13.200	4,7	7,8
10	22	10.800	3,6	6,0
11	31	20.000	2,7	4,5
12	32	12.000	4,7	7,8
13	28	15.000	3,3	5,5
14	49	20.000	4,5	7,5
15				

de donde se deducen los siguientes valores medios: $N = 3,0$ y $C_{Th} = 5,0$ %.

Por otra parte, sin aislar los granos, sino examinando

las agrupaciones de rayos α inscritas sobre las placas fotográficas, durante un tiempo de exposición determinado, hemos podido reconocer, por una parte, la presencia de torio (foto 4) por la existencia de trayectorias largas pertenecientes al Th C', y por otra parte, determinar, aproximadamente, el número N de rayos emitidos por centímetro cuadrado y por segundo. De esta forma, siempre hemos encontrado en las muestras 92-D-2-2, 92-D-2-3, 92-D-2-5 y 92-D-2-6 granos radiactivos con N, variando de 2,1 a 5, y conteniendo torio. Estos granos tienen, por lo tanto, un contenido parecido al de los granos aislados de la muestra 92-D-2-4, y, por lo tanto, admitimos que se trata de granos de monacita.

6. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO GLOBAL DE TORIO EN LAS DIFERENTES MUESTRAS

Para evaluar este contenido hemos determinado el número de rayos α emitidos por la muestra por centímetro cuadrado y por segundo.

Esta evaluación se hace, bien determinando la media de las trayectorias inscritas por campo de microscopio para la muestra 92-D-2-4, que presenta un reparto de la actividad bastante regular, o para la muestra 92-D-2-5, todavía bastante rica, o bien contando el número de trayectorias inscritas en un centímetro cuadrado de la emulsión, cuando el reparto es muy irregular como en las muestras pobres.

Los resultados son los siguientes:

Muestra 92-D-2-2.—Muy pobre; ya hemos señalado que esta muestra no contiene más que un único grano activo en 5 cm.² de superficie. La actividad medida no puede ser

considerada como representante de la actividad real de la muestra.

A lo sumo, da idea de un orden de magnitud. Se obtiene $C_{Th} = 0,0007 \times 10^{-2}$.

Muestra 92-D-2-3.—Después de una exposición de cuarenta y dos horas, hemos contado 2.235 trayectorias en una superficie de 1/4 de centímetro cuadrado, de donde se deduce:

$$N = \frac{2.235 \times 4}{3.600 \times 42} = 0,06$$

lo que corresponde a una concentración de torio del orden de $C_{Th} = 0,1 \times 10^{-2}$.

Muestra 92-D-2-4.—Para una exposición de quince horas treinta minutos se pueden contar, por campo de microscopio de 0,61 cm.² de superficie, una media de 62 trayectorias de rayos α .

De aquí se obtiene: $N = 1,81$ y $C_{Th} = 0,03$, o sea $C_{Th} = 3,0 \times 10^{-2}$ de torio.

En realidad, puesto que hay 44 por 100 de granos de monacita, la monacita pura debe dar una emisión de $\frac{1,8 \times 100}{44} = 3,1$ rayos por centímetro cuadrado y segundo, lo que corresponde bien con la media encontrada anteriormente.

Muestra 92-D-2-5.—Media por campo de microscopio en dieciocho horas: 5,13, de donde se deduce:

$$N = \frac{5,13 \times 10^8}{61500 \times 3600 \times 18} = 0,128$$

que corresponde a $C_{Th} = 0,2 \times 10^{-2}$.

Muestra 92-D-2-6.—Se observan 845 trayectorias por 1/4 de centímetro cuadrado en ciento ochenta horas, lo que da:

$$N = \frac{845 \times 4}{180 \times 3.600} = 0,0052$$

de donde $C_{T_h} = 0,009 \times 10^{-2}$.

Por otra parte, podríamos determinar, aproximadamente, estos contenidos en torio, por lo menos, para las muestras más ricas, basándonos en los porcentajes de granos activos indicados al principio de este trabajo, y sobre el contenido en torio de la muestra 92-D-2-4, que ha sido evaluado en buenas condiciones. Se encuentra, en efecto, para 92-D-2-3: $N = \frac{1,81 \times 1,6}{44} = 0,065$, en lugar de 0,060; y para 92-D-2-5: $N = \frac{1,81 \times 3,5}{44} = 0,145$, en lugar de 0,128.

Los resultados así encontrados son del mismo orden de magnitud que los obtenidos directamente. Esta concordancia parece probar que la radiactividad de las muestras estudiadas es debida en su mayor parte a la monacita.

Para las muestras 92-D-2-2 y 92-D-2-6 la concordancia no es tan clara, obteniéndose, respectivamente, 0,00029, en lugar de 0,00037, y 0,0032, en lugar de 0,0052; pero debe tenerse en cuenta, para estas muestras, la irregular repartición de la radiactividad.

El error de que van afectadas todas las determinaciones es inferior al orden del 10 por 100, según hemos establecido (R. Coppens, 1952) de modo general, con motivo del estudio del contenido en torio de una allanita del granito de Quintín.

7. SUMARIO

Las arenas estudiadas son concentraciones diversas de la playa de Lagosteira, recogidas directamente por el Doctor I. Parga-Pondal, y preparadas en su Laboratorio de Lage (Coruña).

La mayor parte de su radiactividad es debida a granos de un diámetro de 100 a 200 μ , que emiten, por término medio, 3 rayos α por centímetro cuadrado y por segundo, y que contienen aproximadamente el 5 por 100 de torio sin uranio. Probablemente se trata de monacita.

Existen, además, granos mucho menos activos de circon, que emiten algunos rayos α .

El porcentaje de los granos fuertemente activos y sus contenidos globales aproximados se indican a continuación.

MUESTRAS	Porcentaje de granos activo	Porcentaje aproximado global de torio
92-D-2-2	0,007	0,0007
92-D-2-3	1,6	0,1
92-D-2-4	44	3,0
92-D-2-5	3,5	0,2
92-D-2-6	0,08	0,009

BIBLIOGRAFIA

- 1 R. COPPENS: Étude de la radioactivité de quelques roches par l'emulsion photographique. «Bul. Soc. Franc. de Min. et Crist.», abril-junio, págs. 217-321 (1950).
- 2 — — Sur la mesure de la radioactivité des roches par l'emulsion photographique. «Bul. Soc. Franc. de Min. et Crist.», LXXV, páginas 57-58 (1952).
- 3 — — Sur la teneur en thorium d'une Allanite. «Bul. Soc. Franc. de Min. et Crist.», LXXV, págs. 59-62 (1952).

4. — — y G. VERNOS: Determination experimentale du coefficient d'absorption des rayons X d'un corps de composition chimique inconnue et recherche de la teneur en uranium et en thorium d'un corps radioactif par autoradiographie. «C. R. Ac. Sc. Paris», t. 234, págs. 1.974-1.976 (1952).
5. CURIE, I.: «Journal de Physique», VIII, t. VI, núm. 11 (1946).
6. I. PARGA PONDAL y J. PÉREZ MATEOS: Los arenales costeros de Galicia. (1954).—II. La costa de Finisterre. Trab. Lab. Lage núm. 4. (En prensa.)
7. E. TORRE ENCISO: La determinación del uranio y torio por el método de Coppens y su aplicación a dos muestras de la provincia de La Coruña. «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España», núm. 26, págs. 23-50 (1952).

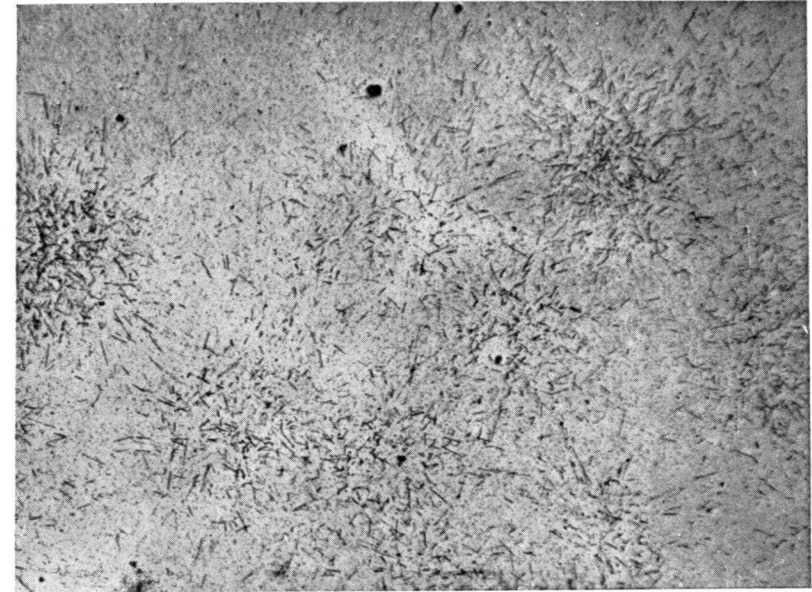


Foto 1.—La impresión a la placa fotográfica permite contar los granos radiactivos.

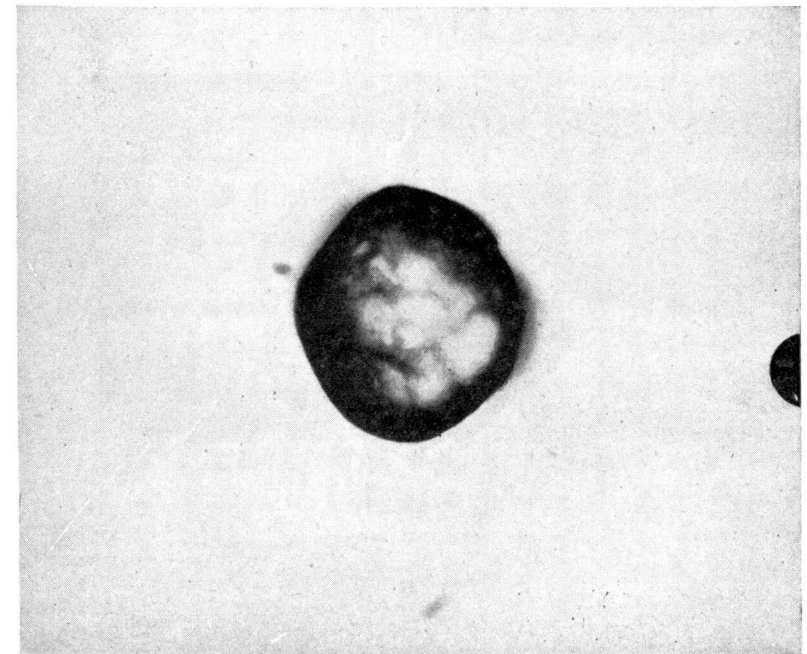


Foto 2.—Cristal radiactivo de monacita de la playa Lagosteira (Finisterre).

(Muestra 92-D-2-4)



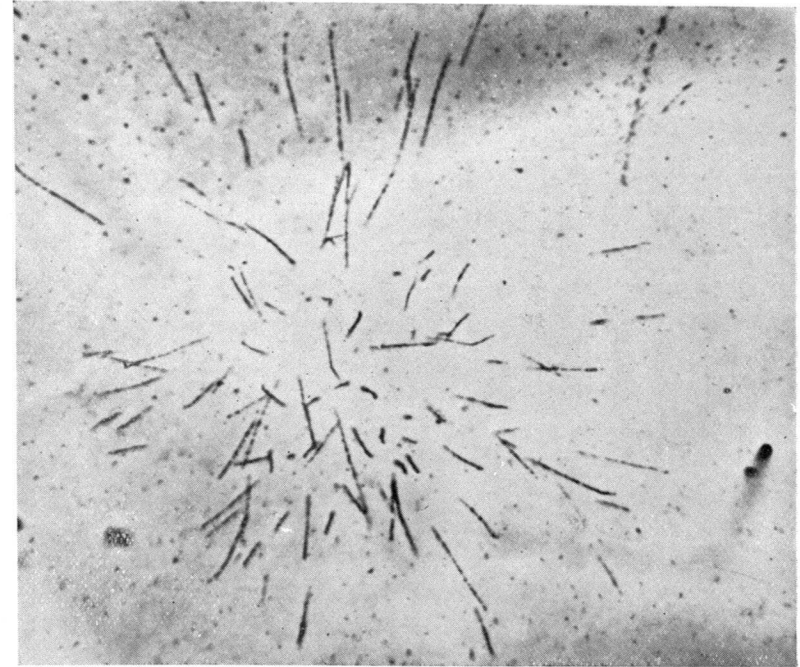


Foto 3.—Trayectorias de partículas α producidas por el cristal de la foto 2.



Foto 4.—Algunas trayectorias largas ($> 39 \mu$) permiten descubrir la presencia del ThC' y por consecuencia la del Th.



Procedencia del A⁴⁰ de nuestro planeta

POR

JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

PROCEDENCIA DEL A⁴⁰ DE NUESTRO PLANETA

De los tres gases de la atmósfera, argón, neón y criplón, sorprende la gran cantidad del primero, que es del orden de 1.000 veces la del segundo, y 4.000 la del tercero. Dentro del argón atmosférico, el contenido en A⁴⁰ también es anómalo por su elevada cantidad, que llega al 99,6 por 100 (Hollander, 1953), lo que indujo a Weizsacker (1937) a suponer procedía de la evolución del K⁴⁰, parte del cual pasó a la atmósfera y parte a la hidrosfera.

La doble actividad del K⁴⁰ presenta al geofísico múltiples campos de investigación, en 1950 (a) dedujimos los límites mínimos y máximos de λ_{β^-} para el K⁴⁰ a partir de las composiciones isotópicas actuales del argón, potasio y calcio, y contenido de estos elementos en la tierra, donde fijamos los valores $0,36 \times 10^{-9}$ a. $< \lambda_{\beta^-} < 0,91 \times 10^{-9}$ a. Posteriormente (1951), hicimos un estudio crítico de los valores establecidos por varios investigadores, que nos condujeron a conclusiones análogas, y al mismo tiempo, por razonamientos basados en hipótesis geotérmicas y radiogénicas, fijamos nuevamente dichos límites de las probabilidades de transformación.

Hoy se conocen con bastante precisión los valores de λ_K y λ_{β^-} , por ello se presenta como posible el estudio de la

acumulación del argón en la atmósfera y en la hidrosfera, así como de la columna de la corteza terrestre ígnea erosionada a través de los tiempos geológicos. Sobre este tema publicó Rankama (1954) un trabajo recientemente, aportación científica de la nucleónica a este campo de la geológica; en él llega a la conclusión de que la denudación de las rocas ígneas fué de 6.462 kg./cm.^2 durante los 3.500 m. de a., lo que representa un espesor de 22 kilómetros.

Por procedimientos clásicos también se habían efectuado intentos en este sentido, como el de Goldschmidt (1933), por el sodio liberado por los agentes atmosféricos en las rocas ígneas, su cálculo representa un espesor de medio kilómetro, cantidad menor que la real, pero concordante con la deducida por Correns, basada en el sodio y potasio de las rocas ígneas.

Las opiniones sobre este A^{40} translitoesférico son muy variadas; está clara la opinión de Rankama (1954) de que la procedencia es por erosión de un determinado espesor cortical acompañado de liberación gaseosa.

No deben desecharse las opiniones de Kulp (1951) de la existencia de demasiado A^{40} atmosférico para que su única procedencia sea de la corteza rocosa, a la que sólo le asigna una participación del 14 por 100 y al resto un origen subcortical. Apreciamos que Birch (1951) tiene una idea semejante, no sólo por admitir la aportación argónica del manto dúmítico, sino porque sostiene que pasó a la atmósfera una cantidad importante del A^{40} generado en el manto. Nosotros, además de suponerle a parte del mismo un origen mantehuelal, el resto lo consideramos anticortical por haberse liberado de la materia terrestre antes de los primeros procesos corticales.

Con los propios datos de Rankama (1954) hemos dedu-

cido la edad de 30 m. de a. como media de las rocas que supone se erosionaron, ya que da como contenidos medios de K^{40} y A^{40} en las rocas ígneas $3,09 \times 10^{-6}$ y $0,04 \times 10^{-6}$, valor considerablemente inferior a la edad real de dichas rocas. La radiogénesis del A^{40} tuvo lugar en la propia roca, y según los valores deducidos a través de los últimos 30 m. de a., si el argón fuese producto de contaminación, la edad real sería menor, y el caso más desfavorable a las hipótesis de impermeabilidad argónica. Esto conduce al hecho de que ha existido una continua degasificación, y, además, que los materiales que constituyen las rocas ígneas proceden en parte de productos de erosiones anteriores.

Para efectuar las consideraciones siguientes vamos a exponer los valores que utilizaremos, unos deducidos por nosotros y otros tomados de varias publicaciones.

Semiperiodo del K^{40}	$1,33 \times 10^9$ a.
Relación de la captura K y la emisión β^-	0,126
Relación A^{40}/A en la atmósfera	99,6 %
Relación K^{40}/K en la litosfera	0,0119 %
Cantidad de argón en la atmósfera	$0,655 \times 10^{20}$ g.
Cantidad de A^{40} en la atmósfera	$0,652 \times 10^{20}$ g.
Proporción en peso del argón en agua de mar y dulce	$0,52 \times 10^{-6}$
Proporción en peso del A^{40} en la litosfera	$0,04 \times 10^{-6}$
Contenido en argón en el agua de mar	$0,007311 \times 10^{20}$ g.
Contenido en A^{40} del agua de mar	$0,007282 \times 10^{20}$ g.
Contenido en argón en agua dulce	$0,0000026 \times 10^{20}$ g.
Contenido total A^{40} en la atmósfera e hidrosfera ...	$0,6593 \times 10^{20}$ g.
Proporción en peso del potasio de la litosfera ...	25900×10^{-6}
Proporción en peso del potasio del manto dúmítico.	40×10^{-6}
Proporción en peso del K^{40} de la litosfera	$3,08 \times 10^{-6}$
Proporción en peso del K^{40} del manto dúmítico ...	5×10^{-6}
Contenido en K^{40} de los 33 Km. (aproximados) de corteza	$1,5 \times 10^{20}$ g.
Contenido en K^{40} de los 2.900 Km. (aproximados) de manto dúmítico	$0,2 \times 10^{20}$ g.
Contenido en el planeta de K^{40}	$1,7 \times 10^{20}$ g.
Volumen terrestre total... ..	$1,082 \times 10^{26}$ cm. ³

Superficie terrestre total	$0,051 \times 10^{20}$ cm ²
Superficie terrestre emergida... ..	$0,015 \times 10^{20}$ cm ²
Superficie de mares y océanos	$0,036 \times 10^{20}$ cm ²
Tiempo transcurrido desde la formación elemental...	4600 m. de a.
Tiempo transcurrido desde la formación de la tierra.	3350 m. de a.
Edad del mineral más antiguo	2000 m. de a.
Por cada átomo actual de K ⁴⁰ existieron hace:	

2000 m. de a.	3.16
3350 m. de a.	5.73
4600 m. de a.	10.99

Consideremos los varios procesos posibles de liberación del A⁴⁰:

A) Sobre la formación de los elementos existen varias hipótesis; unas consideran la génesis simultánea y otras sucesiva a partir de los elementos ligeros por capturas neutrónicas y procesos sintéticos.

Una opinión generalizada es la de que los elementos de configuración radiogénica tienen este origen, con la cual compartimos nosotros. Basada en esta hipótesis, y por equilibrio radiogénico $K^{40} \rightarrow Ca^{40}$, estableció Bramley (1938) 20.000 m. de a. para el tiempo transcurrido desde la formación del potasio; repetidos los cálculos con datos más modernos, dedujimos (1950-b) $1,9 \times 10^6$ m. de a., y para la formación del uranio (1948), $0,46 \times 10^6$ m. a., concordante con los valores admitidos en la actualidad.

Caso de ser cierta esta hipótesis, y que las probabilidades de transformación fuesen inalterables, se aprecia durante este período una importante producción A⁴⁰, por la materia universal.

Sobre este punto es difícil coordinar las hipótesis de los diversos investigadores, pero no debe desconocerse esta posible generación de A⁴⁰.

B) Finalizada la formación de los elementos, existió

un caos atómico antes del fraccionamiento uranológico, como se ha identificado por la composición isotópica elemental análoga, a la que siguió en nuestro planeta, al igual que en otros, una ordenación atómica y una formación cortical acompañada de una diferenciación elemental, que en algunas ocasiones puede ser acompañada de isotópica para las masas muy ligeras.

Sostuvimos (1948) que este proceso tuvo lugar hace 3.350 m. de a. y, por lo tanto, existe una indudable generación de A⁴⁰ en este lapso que medió desde los 4.600 m. de a. En dicho período evolucionaron 5,26 átomos por cada átomo actual de K⁴⁰, y de ellos, 12,6 por 100 lo hicieron hacia el A⁴⁰. En la materia que hoy forma la tierra, al efectuar los cálculos con los datos señalados, en los que consideramos los contenidos mínimos a que hacen mención los trabajos de Burch (1951) y Ahrens (1952), se deduce que hubo una generación de $1,13 \times 10^{20}$ g. de A⁴⁰.

Si la materia terrestre arrastró tras de sí en su individualización el argón 40 que había generado, y teniendo en cuenta su permeabilidad a la temperatura aludida, se tendría en la atmósfera una cantidad cercana al duplo de la actual. Esto nos permite establecer la conclusión siguiente: La materia terrestre, cuando se individualizó, no contenía ni le rodeaba todo el argón que ella generó, aunque le acompañó algo, ya que en caso contrario no debería existir el 0,337 por 100 de A³⁶ y 0,063 por 100 de A³⁸ que encontramos en la atmósfera. Esta conclusión parece natural por ser concordante con las afirmaciones sostenidas por W. W. Rubly en un discurso pronunciado en 1951, en que decía que «la hidrosfera parece haber procedido continuamente del interior de la tierra a través de las épocas geológicas», o sea, que en los primeros momentos geológi-

cos no había océanos, y las de Brown (1949), de que «la atmósfera debió ser, en gran parte, un fenómeno secundario del planeta». Como se puede apreciar, este problema del argón está íntimamente ligado con los de la atmósfera e hidrosfera, consecuencia ambos del origen y evolución de nuestro planeta.

Si sólo se hubiesen encontrado en la atmósfera A^{38} y A^{40} , se podía suponer que todo el argón era radiogénico; el A^{40} , directamente, como lo hemos sostenido varias veces, y el A^{38} , indirecto, ya que, como sugieren Fleming y Thode, puede proceder de las reacciones $Cl^{35} (\alpha, p) A^{38}$ y $Cl^{35} (\alpha, n) K^{38} \beta^+ A^{38}$, que es fácil tengan lugar en las formaciones uraníferas.

C) Durante el transcurso de tiempo que media entre los 3.500 m. de a. y los 2.000 m. de a., desde que la materia planetaria se podía considerar como individualidad con los primeros procesos diferenciales iniciados, hasta la formación del mineral más antiguo existente, se puede admitir una degasificación que alcanzó como término medio los 35 kilómetros de profundidad, ya que durante varios cientos de m. de a. fué superior, y afecto al actual manto.

Los átomos de potasio que evolucionaron durante este tiempo fueron 2,57 por cada uno de los actuales, efectuados los correspondientes cálculos llegamos a que tuvo que existir una degasificación argónica de $0,51 \times 10^{20}$ g., que casi es del mismo orden que el A^{40} existente entre litosfera y atmósfera.

D) Durante los millones de años que siguieron a la formación de los minerales más antiguos conocidos es natural que parte del A^{40} generado pasase a la atmósfera y aguas por su gran tendencia a manifestarse hacia el exterior, lo que hoy se observa con menor intensidad debido

al lento enfriamiento del planeta, como se aprecia en los estudios sobre el A^{40} de los fenómenos de degasificación cortical realizados por Boato (1952). Según los valores de superficie volcánica aérea y submarina de Daly (1933), se puede considerar para el último ciclo geológico 10^7 km.² para la superficie volcánica, lo que representa el 2 por 100 de la total del planeta, a la que acompañaron ascensiones de hasta 100 km. de profundidad, por ello admitimos como medio para la valoración del A^{40} liberado los 33 kilómetros corticales.

Durante este proceso de degasificación natural, que afectó a mayores superficies y profundidades en los primeros cientos de millones de años, pero con mayor cantidad de A^{40} por gramo de masa planetaria, admitiremos evolucionaron 2,16 átomos por cada uno de los actuales de K^{40} , por ello se liberaron $0,009 \times 10^{20}$ g. de A^{40} , o sea un setentaavo del total existente entre aguas y atmósfera.

E) La última partida es la correspondiente a la erosión, en la que se pueden presentar dos tipos fundamentales de terrenos, los plutónicos y los sedimentarios. En los primeros, si su efusión fué antigua, el contenido en A^{40} será grande, si no han sufrido degasificación desde que se manifestaron, mientras que si son modernos el contenido en A^{40} será reducido.

Las rocas sedimentarias también liberan A^{40} durante su erosión, pero en menor cantidad, ya que gran parte quedó liberada en su primitivo proceso presedimentario.

Se puede asegurar que muchas de las formaciones metamórficas que ve el geólogo en el terreno fueron degasificadas por la escasez de A^{40} de la misma, lo que demuestra que se ha producido el metamorfismo a suficiente tem-

peratura para que las rocas fueran permeables al argón y a profundidad adecuada para permitir la degasificación.

Es preciso establecer dos criterios para el cálculo de esta aportación por kilómetro erosionado, uno el de la superficie a considerar y el otro el de los átomos que evolucionaron. La superficie que al principio afectó a casi la totalidad del planeta y hoy a algo más de su cuarta parte creemos debe asignársele la media aritmética de ambas, o sean, $0,33 \times 10^{20}$ cm.². Para los átomos de A⁴⁰ liberados nos encontramos con que las rocas emitieron argón, fueron digeridas, tuvieron nueva liberación de argón, etc., por ello la generación de argón ⁴⁰ se puede considerar durante todo este tiempo como de $0,5 \times 126$ átomos por cada átomo actual de K⁴⁰ afectado por la erosión. Por cada kilómetro de espesor erosionado se tiene una liberación en A⁴⁰ de $0,002 \times 10^{20}$ g.

F) Al considerar el peso atómico del argón y potasio, que son, respectivamente, 39.944 y 39.096, se presenta una de las aparentes anomalías del sistema periódico de los elementos.

La actual relación de los dos isótopos ligeros del argón es $A^{36}/A^{38} = 5.35$, francamente preponderante hacia el A³⁶, y como la casi totalidad de nuestra atmósfera es post-planetaria y la mayor parte del A⁴⁰ se generó desde la formación planetaria, nos induce a sostener que cuando se forma el uranio el peso atómico del argón tenía un límite mínimo de 36.320 con un valor real considerablemente inferior a 39.000, según nuestros cálculos.

Por el contrario, en el mismo momento el peso atómico del potasio fué de 39.186.

CONCLUSIONES

1.^a Al deducir 30 m. de a. para edad media de las rocas ígneas por la relación K^{40}/A^{40} , se puede afirmar que ha existido una continua degasificación litosférica y que muchas de ellas proceden de la digestión de aportaciones anterosionales.

2.^a Caso de una formación elemental sucesiva, existe la posibilidad de la generación de importantes cantidades de A⁴⁰ desde la formación de potásico hasta la del uranio.

3.^a Cuando se individualizó la materia que formó nuestro planeta, le acompañó en dicho proceso aislacionista una pequeña cantidad del argón que la misma generó, o sea que la atmósfera es un fenómeno planetario secundario.

4.^a El A⁴⁰ liberado desde que se formó la tierra, hasta la formación de los terrenos más antiguos de los conocidos, casi es del orden del contenido actual entre atmósfera e hidrosfera.

5.^a La aportación argónica por degasificación natural de la litosfera durante los últimos 2.000 m. de a. es de poca importancia.

6.^a El espesor de terrenos erosionados creemos es de pocos kilómetros, lo que ocurre que son los mismos terrenos erosionados los que se van digiriendo y originando otras formaciones, que nuevamente se erosionan, estando sometidos así a ciclos sucesivos, con lo que la aportan argónico por este concepto la consideramos de poca importancia.

7.^a Al formarse el uranio no existía la anomalía aparente actual de que el argón tuviese mayor peso atómico que el potasio.

BIBLIOGRAFIA

- BOATO, G., CARERI, G. y SANTANGELO, M.: Argon isotopes in natural gases. «In Nuovo Cimento», IX, 1-6 (1952).
- BIRCH, F.: Recent work on the radioactivity of potassium and some related geophysical problems. «J. Geophys. Research», LVI, 107-126 (1951).
- BRAMLEY, A.: Estimates of the age of the planet from isotope ratios. «Phys. Rev.», LIII, 323 (1938).
- BROWN, H.: Atmospheres of the Earth and Planets. 260 págs. Chicago (1949).
- DALY, R. A.: Igneous rocks (1953).
- FLEMING, W. H. y THODE, G. H.: Argon 38 in pitchblende minerals and nuclear processes in nature. «Phys. Rev.», XC, 857-8. (1953).
- GOLDSCHMIDT, V. M.: Grundlagen der quantitativen Geochemie. «Fortschritte Mineral. Krist. Petrog.», XVII, 112 (1933).
- HOLLANDER, J. M., PERLMAN, I. y SEABORG, G. T.: Table of isotopes. «Rev. of Mod. Phys.», XXV, 469-651 (1953).
- KULP, J. L.: Origin of the hydrosphere. «Bull. Geol. Soc. Amer.», LXXI, 326-330 (1951).
- LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: Interpretación geofísica de las valoraciones isotópicas de los plomos comunes «Rev. R. Acad. Cienc. Exac. Fisic. y Nat.», XLII, 393-420 (1948).
- — Limitaciones geofísicas de los valores $\lambda\beta$ correspondientes al K^{40} . VI Reunión bienal de la Real Soc. Esp. de Fis. y Quím. Zaragoza (1950).
- — Age in years of the formations of the elements. «Rep. of the Com. Meas. Geol. Time», nov., 113-117 (1950).
- — Radiactividad y geofísica. «Bol. del Inst. Geol. y Min. de España», LXIII, 257-260 (1951).
- RANKAMA, K.: A calculation of the amount of weathered igneous rock. «Geochim. et Cosmochim. Acta», V, 81-84 (1954).
- WEIZSÄCKER, C. F. v.: Ueber die Möglichkeit eines dualen β -Zerfalls von Kalium. «Physik. Z.», XXXVIII, 623 (1937).

Notas oceanográfico-geológicas

POR

ANTONIO DUE ROJO, S. I.

Director del Observatorio de Cartuja (Granada)

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

NOTAS OCEANOGRAFICO-GEOLOGICAS

La expedición del "Galatea".—En junio de 1952 regresaba este navío al puerto de Copenhague, después de una fructuosa travesía de dos años alrededor del mundo, cuyos fondos oceánicos más profundos había estado explorando; tal fué su objetivo principal, como declaró el jefe de la expedición, Dr. Anton Bruun, y se publicó al año siguiente en la revista *Popular Mechanics*, hasta el punto de que no les interesasen cotas inferiores a los 5.500 metros, límite casi de los conocimientos oceanográficos anteriores: algunos cohombros de mar hallados a 7.130, algunas esponjas a 6.770 y pocas muestras de arcilla y de agua a 9.140 constituían hasta hace poco el reducido inventario de los fondos marinos profundos.

Muchos biólogos se resistían a creer en la existencia de vida animal por debajo de los 7.300 metros, a causa de la enorme presión y de la ausencia de energía solar, base de cualquier forma de vida; pero tales apreciaciones han quedado desmentidas por la expedición del «Galatea»; cierto que la luz solar apenas alcanza a 366 metros bajo la superficie, y la reciente inmersión del profesor Picard, acompañado de su hijo, el 30 de septiembre de 1953, en el Mediterráneo, junto a la isla italiana de Ponza, confirma que

a 4 Km. la oscuridad es completa, aunque rota a veces por puntos brillantes, procedentes de animales luminosos; ni aún con potentes reflectores lograron penetrar las tinieblas; pero ha quedado establecido que no hay *desiertos* en el océano, ni siquiera en abismos de altura inversa análoga a la del Everest, donde se han encontrado anémonas, moluscos, cohombros y otras especies, que evidentemente son capaces de resistir el millar de atmósferas correspondientes al peso de una columna de agua de más de 11 kilómetros.

Más abajo de los 9 Km. solamente se hallaron nueve especies de seres vivos; algo más arriba empiezan rápidamente a abundar organismos de las más raras formas, con frecuencia luminosos; el pez que se capturó a más bajo nivel lo fué en una de las fosas cercanas a la isla de Java, a 7.130 m. La exploración de la fosa de Mindanao, que es el valle submarino más profundo conocido, era esperada con impaciente excitación; aunque su longitud total es de casi mil kilómetros, en su parte más honda mide 160 por 3,2 de ancho y unos 10,7 de profundidad, bordeado por empinadas pendientes.

El dragado se hizo con una rastra en forma de trineo con una red de 2,7 m. de ancho, sujeta a una armazón de hierro a la que iban fijadas dos dragas de fondo; el cable de acero, capaz de resistir, a más de su peso, la enorme fricción que implica su funcionamiento, era de 13 Km. de largo, con diferente diámetro y resistencia a la fractura; por uno de sus extremos estas dos características eran, respectivamente, 25 mm. y 33 toneladas, y por el otro, 10 y 4,5. Conocida por la sonda acústica la configuración del fondo, una vez echada la draga, avanzaba el barco a razón de solos 4 Km./h., y vencida la no pequeña dificultad de mantenerla rasante al fondo, hallaron en ella, al izarla,

anémonas, cohombros, un anfípodo y varios moluscos bivalvos, representantes de cuatro grupos principales de la fauna marina; naturalmente, todos llegaban muertos a la superficie, por la gran diferencia, no solamente de presión, sino también de temperatura, entre la tropical del aire y la del fondo, cercana al cero centígrado; en total, a profundidades mayores de los 5,5 Km. se pescaron unas 140 especies.

El más sensacional de los descubrimientos correspondió al profesor de Microbiología del Instituto Scripps de Oceanografía, Dr. C. E. Zobbell, al encontrar a esas profundidades bacterias vivas; mediante un ingenioso dispositivo para obtener en un aparato pequeño presiones del orden de 800 atmósferas y temperaturas cercanas al punto de congelación, pudo comprobar que en tales condiciones no sólo vivían, sino que proliferaban como en el fondo del mar; dará idea de la importancia atribuida a este descubrimiento el que se le haya asignado una subvención de 83.000 dólares para llevar adelante sus estudios. «Con estas bacterias—declaró él mismo—tengo ya tarea para todo el resto de mi vida.»

En efecto, la producción de materia orgánica en el fondo del océano está íntimamente relacionada con el origen del petróleo; bajo la dirección del Dr. Steemann Nielsen, jefe de esta sección a bordo, se ha empleado el carbono 14 para determinar la cantidad asimilada por diversos microorganismos a distintas profundidades: bastó para toda la travesía una provisión del isótopo inferior de 3 dg. En el Océano Indico la cuantía del carbono fijado es de 0,07 g./m.² y en la costa occidental de Africa de cuatro a cinco veces mayor; generalizando aproximadamente, los hidratos de carbono producidos en el mar vienen a ser $4 \cdot 10^{10}$ tonela-

das anuales, casi lo mismo que en todas las plantas terrestres. Pueden añadirse a este propósito los curiosos datos publicados hace poco en el *New York Times* por el profesor W. Bergman, de la Universidad de Yale: en los trescientos millones de millas cúbicas (1.250 millones de Km.³) de agua de los océanos se contienen 117 millones de toneladas de sal, que cubrirían la Tierra con una capa de 2,8 m. de espesor, y en cada milla cúbica (4,17 Km.³) hay 6 millones de toneladas de sales de magnesio, 4 de potasio, 0,3 de bromo y 0,2 de boro; además, 2.200 toneladas de yodo, 900 de hierro, 450 de cobre, 70 de uranio y 15 de plata, con una no despreciable cantidad de oro: multiplíquense ahora estas cantidades por los trescientos millones, y esa es la riqueza mineral marina, inexplorada hoy en su mayor parte.

Exploración del Gulf Stream.—La misma revista *Popular Mechanics* reseña brevemente la exploración de la corriente del Golfo llevada a cabo por una flotilla de barcos pertenecientes a diversas entidades oficiales de los Estados Unidos y del Canadá, utilizando un nuevo sistema de *loran* (long range navigation) para fijar su posición cada media hora respecto de las estaciones radiofónicas costeras, batitermógrafos especiales muy rápidos en su manejo, sondas acústicas, contadores de corriente, etc. No pocos barcos mercantes o de guerra, que normalmente han de seguir la ruta del Gulf Stream, han sido también equipados con aparatos semejantes, a fin de que colaboren en la empresa.

Se busca una respuesta satisfactoria a la pregunta *¿por qué?* relativa a la estructura, leyes y dinamismo de esta gran corriente, situada en lugar tan estratégico para las comunicaciones entre América y Europa, y de curso tan incierto

y caprichoso; en líneas generales se conocen algunas causas de sus anomalías: rotación terrestre, convección térmica, influjo del perfil de las costas, topografía submarina, vientos, etc.; pero solamente un análisis más completo de cada uno de esos factores podrá facilitar la investigación, harto laboriosa, que conduzca a resultados prácticos.

Porque no se trata solamente de un interés científico: para la navegación es vital el conocimiento exacto de tales leyes; dada la anchura relativamente reducida de este río oceánico, resulta difícil hallarlo y seguirlo, lo que representa muchos millones de diferencia para las compañías navieras; un barco grande de carga gasta un millar de dólares diarios, y todo lo que contribuya a abreviar la travesía merece la pena de intentarse: no es lo mismo contar con una corriente favorable de popa que con una contraria de proa, y con frecuencia distan muy poco una de otra.

El fondo del Pacífico.—Hasta hace pocos años, en que se perfeccionaron los métodos acústicos de sondeo, la topografía submarina del Pacífico era menos conocida que la superficie de la Luna; aun hoy no existe sino un mapa muy parcial de sus fondos. No obstante, lo poco que de ellos se conoce ha aportado datos interesantes para reconstruir su historia geológica.

Más allá de la cornisa o grada continental que bordea la costa occidental de América se ha explorado gran parte de la inmensa extensión situada casi a 5 kilómetros bajo el nivel de la superficie, con sus «cañones» que rivalizan o superan al famoso del Colorado, sus cadenas de montañas y conos volcánicos, que, exentos de la erosión continental, conservan íntegros sus caracteres topográficos iniciales. Una expedición oceanográfica conjunta de la Marina norte-



americana y de la Universidad de California estudió particularmente una cresta submarina del Pacífico, semejante a la del Atlántico, aunque de menor importancia y dimensiones; se extiende desde la isla de Wake hasta cerca del archipiélago de las Hawaii, mide 1.600 kilómetros de largo por 160 de ancho, y se eleva sobre el fondo hasta unos 4.3 kilómetros.

La arcilla roja que cubre este fondo, blanda y de grano fino, es exclusiva de tales profundidades, y en vano se buscaría en el continente; su color, indicio de un intenso estado de oxidación, lo es también de la ausencia de seres vivos; en efecto, las aguas profundas del Pacífico son relativamente muy pobres en materia orgánica (el 1 por 100 de la que se halla más cerca de la costa), debido a que las aguas frías del Antártico, ricas en anhídrido carbónico, con su gran poder disolvente, impiden se acumulen abajo los sedimentos orgánicos procedentes de las capas superficiales.

Sondeos recientes practicados en el golfo de Alaska, y junto a la fosa de las Aleutianas, han revelado una especial abundancia en esos parajes de conos truncados («guyots»), cuyas cimas planas presentan signos evidentes (cantos rodados, antiguos corales...) de haber estado en la superficie, a pesar de que ahora sus cotas bajan incluso a más de 2 kilómetros. Las variaciones del nivel del mar durante las grandes glaciaciones fueron acaso demasiado rápidas para que los corales pudieran ajustar a ellas el ritmo de su crecimiento, o bien lo fué el descenso de temperatura, privándoles de las condiciones climatológicas indispensables a su vida; otro tanto se ha comprobado en los «guyots» cercanos a las islas Hawaii, a pesar de estar mucho más bajas en latitud; en virtud de esta clase de argumentos se

ha podido afirmar que, verosímilmente, hace unos cien millones de años, el nivel del Pacífico llegó a estar a unos 3 kilómetros más bajo que el actual.

Cañones submarinos.—Su formación divide hoy a los geólogos en opuestas hipótesis, que exigen ser discutidas más con hechos que con razonamientos teóricos; el Instituto Scripps de Oceanografía en La Jolla (California) ha podido cómodamente estudiar dos de ellos, inmediatos a su emplazamiento, durante más de quince años; su propio muelle dista sólo veinte minutos en bote del lugar donde ya se puede trabajar: sondeos, dragado en diferentes puntos del cauce del cañón con abundantes muestras del fondo, medida de corrientes, fotografías obtenidas por un equipo de buzos, etc.; así se ha formado una copiosa colección de datos relativos a los cañones de La Jolla, de Scripps y del de la bahía de Monterrey.

Hay que partir del hecho innegable de la perfecta analogía entre los cañones submarinos y los continentales: los mismos cantos rodados y arenas en el fondo, el mismo corte vertical en sus laderas y las mismas señales inconfundibles de una erosión gigantesca; todo ello absolutamente desproporcionado con la débil corriente turbillonar que existe a pocos kilómetros bajo la superficie, aunque se añada el factor fango, arrastrado en suspensión por las aguas (corrientes de densidad), puesto que tales corrientes, procedentes de los ríos, tienden, por su alta temperatura, a internarse más bien mar adentro, y no explicarían la formación de los muchos cañones que hay próximos a la costa; parecidas razones excluyen la teoría de las fuentes submarinas.

Se ha intentado otra solución a base de movimientos

sismotectónicos, fallas, etc., ya directamente activos en la producción del corte, ya indirectamente a consecuencia de las olas sísmicas; lo primero no es verosímil, porque el sistema de cañones tributarios que suele preceder al principal está indicando claramente un proceso erosivo, no tectónico, y lo segundo está en contradicción con la mecánica de tales olas, cuya fuerza, que disminuye con la profundidad, difícilmente se manifestaría precisamente en el fondo, cuando su eficacia es, generalmente, mayor en las regiones más elevadas sobre él: como prueba subsidiaria, en las partes del Pacífico donde son más frecuentes las olas sísmicas es donde más escasean estas formaciones submarinas.

Casi por exclusión se impone la última hipótesis: la de que durante la génesis del cañón aquel terreno era continental; se confirma, en primer lugar, porque los más importantes son prolongación marina de los grandes ríos, tales como el Mississipí, el Columbia, el Congo, el Ganges..., y a veces por el estudio comparado de las faunas costeras e insular, cuyas especies semejantes, aunque acaso algo modificadas por milenios de separación, parecen, sin embargo, probar que hubo en otro tiempo comunicación terrestre entre el continente y algunas islas hoy próximas a él. Por supuesto que tampoco esta teoría carece de dificultades, sobre todo si se tiene en cuenta la posición geográfica de algunos cañones en medio del océano, difíciles de relacionar con la tierra firme actual; a muchos geólogos les parece esta hipótesis demasiado atrevida, ya que implicaría una acumulación de hielos glaciares de una cuantía desmesurada o una elevación y depresión continentales, por causas tectónicas, de enormes proporciones.

Variaciones de nivel.—Conforme a una teoría del Doctor W. W. Rubey, de la Geological Survey y Presidente de la Sociedad Geológica de América, los lechos oceánicos muestran señales de hundimiento progresivo, lo que exigiría un aumento correspondiente en su masa de agua, para mantener constante el nivel, y este incremento necesario se da en la actualidad, como continuación del que hubo en edades geológicas anteriores, así respecto del mar como de la atmósfera; se funda en que sola la desintegración mecánica de las rocas no es suficiente para explicar toda el agua, carbono, azufre, cloro y nitrógeno que hay en el aire, en el mar y en los sedimentos de éste; la proporción presente de estos cuerpos es casi igual a la que contienen los gases procedentes del volcanismo, y, por tanto, sugiere como origen probable los volcanes, fuentes termales y rocas primitivamente fundidas. Evidentemente, la aportación en la actualidad es exigua, y si ella es, en efecto, un factor importante en la conservación secular de nuestra atmósfera, sería este el camino para una desecación futura de los océanos, cual la ha descrito Hans Petterson, Director del Instituto Oceanográfico de Goteborg (Suecia), en una conferencia pronunciada, en 1952, en la Universidad de Yale, describiendo el aspecto del globo terrestre, a medida que se vaya realizando este descenso de nivel: el Atlántico, que hoy figura una S entre Europa y América, estará formado por dos SS paralelas, separadas por una Atlántida, esta vez indiscutible; cambiará completamente el mapa del Pacífico con la transformación de sus archipiélagos en vastas tierras, casi todas unidas por puentes naturales al continente asiático y, asimismo, la Antártica se unirá a los extremos meridionales de América, África y Asia:

todo ello en una fase muy avanzada de la evolución planetaria, distante del momento actual la mitad o un tercio de lo transcurrido desde el origen cósmico de la Tierra.

El lago Salton, situado en el Imperial Valley, al sur de California, sube actualmente de nivel, sin que todavía se haya podido determinar con certeza la causa, y sin que se halle medio de evitar los daños que de ello pueden seguirse; hay que tener en cuenta que en sus orillas está la base atómica de Sandy Beach, donde se han gastado ya unos tres millones de dólares en aeródromos, muelles, astilleros y diques, que ahora quizá habrá que rehacer; el lago se formó de 1906 a 1907, cuando el río Colorado rompió sus diques e inundó a la parte norte del Imperial Valley; cubre un área de unos 860 kilómetros cuadrados con 64 kilómetros de largo, y su superficie está a 67 metros bajo el nivel del Pacífico, lo que sugiere se haya establecido una comunicación subterránea por la que existan filtraciones marinas.

La gran isla de Baffin, en el Ártico canadiense, cerca de Groenlandia, experimenta un pronunciado movimiento bradisísmico, según se ha podido comprobar en nuestros días: según el profesor R. P. Goldthwait, de la Universidad de Ohio, el ascenso es de seis pies (1,83 m.) por siglo; su posición corresponde a uno de los puntos en que se acumuló mayor cantidad de hielo durante las épocas glaciales, llegando entonces a formar una capa de 1.600 metros de altura, cuyo peso la hundió más de 66 metros bajo el nivel actual; como ahora este territorio, de extensión semejante a la de Inglaterra, está cubierto solamente por un pequeño casquete de hielo de solos 140 por 72 kilómetros, la enorme desproporción entre la presión anterior y la pre-

sente explica la reacción ascensional, relativamente rápida, de la corteza terrestre.

El Golfo de Méjico.—Como resultado de un crucero de dos meses por el Golfo de Méjico, realizado por 12 miembros de la Universidad de Columbia, durante el verano de 1953, se ha decidido la antigua controversia acerca de si ha sido siempre mar o ha formado parte alguna vez del continente americano: el primero de estos puntos de vista es el verdadero; en frase de J. Worzel, profesor agregado de Física de dicha Universidad, sus caracteres son tan de mar como los del Atlántico, como lo demuestran los tipos de sedimentos, profundidad y espesor de los mismos y topografía general del fondo. Se emplearon instrumentos electrónicos de sondeo acústico, tanto de lectura directa como de registro gráfico y otros métodos modernos de exploración submarina.

Según cálculos independientes del Dr. G. E. Murray, de la Universidad de Luisiana, durante los últimos 125 millones de años se han depositado aquí 6,26 millones de kilómetros cúbicos de sedimentos, lo que supone un peso de $15,62 \cdot 10^{12}$ toneladas, procedentes de los ríos centrales de los Estados Unidos; en virtud de este proceso, que continúa todavía, hay sitios en que el espesor de los materiales acumulados sobre el fondo es de 11 a 13 kilómetros. Aproximadamente, la mitad de ellos fueron depositados en la época de los dinosaurios, y el resto, en la de los primeros mamíferos; en cuanto a su distribución geográfica, también ha de dividirse en dos mitades, una de las cuales se encuentra ahora bajo las aguas, y la otra, en tierra firme, puesto que, según la configuración primitiva, penetraba unos 300 kilómetros más al N., desde donde subía aún mu-

cho más, estrechándose en forma de lengua por el cauce del Mississippi, hasta su confluencia con el Ohío; una línea que pasa por Monterrey, al O., Del Río, San Antonio, subiendo luego al N. por Austin a Fort Worth y Dallas, siguiendo después hacia el E. por Shreveport y Little Rock, y de nuevo al N., por Cairo y Memphis hasta Columbus, limita aproximadamente el terreno ganado al mar.

Marzo 1953.

Notas para la estratigrafía y paleontología de la cuenca de Calatayud-Teruel

POR

M. CRUSAFONT PAIRO, J. F. VILLALTA COMELLA
y M. JULIVERT

M. CRUSAFONT PAIRO, J. F. VILLALTA COMELLA Y M. JULIVERT

NOTAS PARA LA ESTRATIGRAFIA Y PALEONTOLOGIA DE LA CUENCA DE CALATAYUD - TERUEL

INTRODUCCIÓN

La zona que se estudia en esta nota constituye la llamada Depresión Longitudinal Ibérica, o cuenca de Calatayud-Teruel. Dicha Depresión se abre en la rama norvergente de la Cordillera Ibérica, y la divide en dos ramas desde el punto de vista topográfico: la castellana y la aragonesa. La cuenca de Calatayud-Teruel se halla rellena por materiales miocenos, de facies lacustre o continental; en este Mioceno se conocen diversos yacimientos fosilíferos. Estas notas se refieren tan sólo a una parte de la cuenca: la de Calatayud, y más concretamente a la zona de Nombrevilla, donde se encuentra uno de los citados yacimientos de Mamíferos.

La Depresión de Calatayud está rellena por materiales miocenos de origen lacustre o continental. Sus características estratigráficas varían a lo largo de la cuenca debido a frecuentes cambios laterales de facies. Por ello, a fin de poder encuadrar la fauna de Nombrevilla en el conjunto regional, conviene tener en cuenta el desarrollo de toda la

cuenca miocena. Así, pues, se hará, en primer lugar, el estudio estratigráfico general de la Depresión de Calatayud, y a continuación el estudio detallado de la zona de Nombrevilla.

A) *La serie estratigráfica miocena.*

De NO. a SE. pueden distinguirse en la cuenca de Calatayud varias zonas caracterizadas por distintas sucesiones estratigráficas.

Una primera zona es la de Malanquilla a Villarroya y Moros. En ella el Mioceno está formado por margas y conglomerados rojos, con predominio de las primeras. Esto ha dado lugar a una erosión intensa que originó la depresión que se extiende por toda esta zona. La meseta que ocupa la parte central de la Depresión de Calatayud, termina en Villarroya; entre Villarroya y Malanquilla las margas han sido erosionadas, de manera que la depresión responde no sólo a un concepto geológico, sino también topográfico. El espesor total del Mioceno, de unos 400 m., presenta la misma facies margosa. Los bancos detríticos intercalados no pasan, por lo general, de 1 a 2 m. de potencia.

Una segunda zona la constituye la Sierra de Almantes. Esta constituye un relieve que destaca netamente en la Depresión. Un corte por la Sierra de Almantes, desde el Km. 77 de la carretera a Soria, da la siguiente sucesión, de arriba abajo:

	m.
Calizas y margas parduzcas con sílice	60
Calizas y margas blancas	60
Margas blancas con yesos	70
Margas rojas	200

Hacia el NO., siguiendo la carretera de Soria, puede verse un cambio lateral a facies rojizas. En el vértice de Almantes, límite NO. de la meseta, toda la serie es de color rojo. En ella existe alternancia de capas margosas con conglomerados y alguna intercalación caliza, lo cual es la causa de su resistencia a la erosión. Más al NO., el predominio de las margas da origen a la depresión antes citada.

El cambio de facies iniciado en Almantes, continúa hacia el SE. Las capas de yeso van adquiriendo cada vez más importancia, siendo en Calatayud donde alcanzan su máximo espesor. En Valdearenas, la sucesión es la siguiente:

	m.
Calizas	30
Margas ocráceas	40
Calizas blancas con restos de moluscos.....	50
Margas amarillentas	20
Margas con yesos.....	150
Margas y conglomerados rojos.....	100

YACENTE: PALEOZOICO

Esta sucesión corresponde a la parte central de la Depresión. Tanto hacia el SO. como hacia el NE., el espesor de los yesos disminuye, mientras los lentejones detríticos ocupan un lugar estratigráfico cada vez más alto. En el límite con la Sierra de Vicort, los conglomerados son de gran tamaño y de cantos predominantemente de cuarcitas. Los yesos, a juzgar por la importancia de la sedimentación detrítica, debieron desaparecer poco más al N. del río Perejiles. En el borde S. de la Depresión existe también una disminución de potencia en las capas de yeso, si bien

menos importante. Los conglomerados son también de origen próximo, como los del borde N.

Una cuarta zona es la de Daroca. Siguiendo la carretera de Teruel hacia el SE., existe un nuevo cambio de facies. Entre las capas de yesos aparecen intercalaciones de margas rojas en posición estratigráfica cada vez más alta. Un corte por Nombrevilla da la siguiente sucesión de arriba abajo :

	m.
Margas y arcillas rojizas	15
Toba caliza... ..	15
Calizas blancas... ..	10
Margas y conglomerados rojos	10
Margas lignitosas alternando con margas blancas ...	15
Margas rojas y blancas alternando	30
Margas rojas alternando con bancos detríticos	250

Como puede verse en esta serie, los yesos desaparecen entre Calatayud y Daroca, coincidiendo en un aumento de importancia en las formaciones detríticas y rojizas.

Al E. de Nombrevilla continúa el cambio de facies en el mismo sentido. En Anento tan sólo en la parte más alta de la serie se encuentran algunas capas calizas. La sucesión por la cumbre de este nombre es la siguiente :

	m.
Margas rojizas... ..	15
Calizas blancas y grisáceas alternando con margas blancas	15
Margas y conglomerados rojos alternando con calizas con restos orgánicos	30
Calizas arenosas	2
Margas blancuzcas	2
Margas y conglomerados rojos en capas alternantes...	400

YACENTE : PALEOZOICO

B) Características estratigráficas de la Depresión de Calatayud.

En líneas generales, se distinguen dos unidades litológicas en el Mioceno de la Depresión de Calatayud: unas capas detríticas continentales, y unas capas lacustres. Estas dos unidades no forman dos niveles estratigráficos defini-

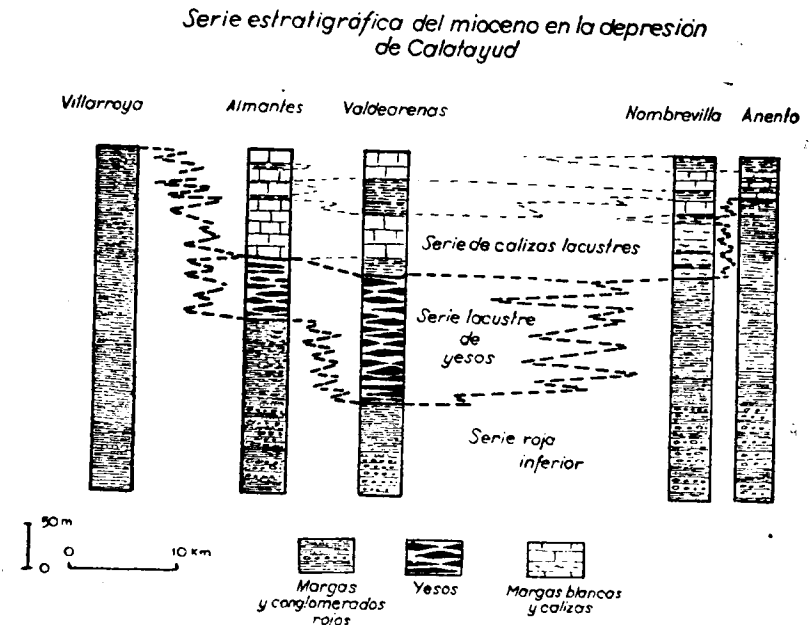


Fig. 1

dos. En la parte central de la Depresión (zona de Calatayud), a la sedimentación continental ha sucedido una fase lacustre, formada, a su vez, por dos niveles: uno inferior de margas con yesos y otro superior de calizas. Este últi-

mo es el que forma la plataforma de la meseta. Las capas lacustres ocupan toda la parte central de la Depresión. Hacia el NO., entre Villarroya y Malanquilla, la serie de margas y conglomerados rojos indica el borde de la cuenca lacustre. Bordeando las sierras que limitan la Depresión por el NE. y SO. existen, asimismo, potentes formaciones detríticas. Su significación es idéntica a la de las margas de Villarroya. Así, pues, la sedimentación se inicia con carácter continental; con posterioridad se instala un régimen lacustre en la parte central de la cuenca, depositándose yesos, y a continuación calizas. Finalmente, un débil espesor de margas rojas cierra la historia sedimentaria de la Depresión de Calatayud.

C) *Estratigrafía de la zona de Nombrevilla.*

Nombrevilla se encuentra junto al borde SO. de la cuenca. Los yesos han desaparecido dando lugar a una serie de calizas y margas, a veces con materias carbonosas. En Nombrevilla la sucesión estratigráfica es la siguiente:

	m.
Margas y arcillas rojizas	15
Toba caliza... ..	15
Margas arenosas	0,4
Calizas blancas y grisáceas... ..	10
Margas y conglomerados rojos (3.ª cuña continental).	10
Margas calizas nodulosas	1
Margas nodulosas blancas... ..	15
Margas calizas con acumulaciones carbonosas y mulsos de agua dulce (1.ª nivel lignitoso)	1
Margas lignitosas (Idem id.)	0,4
Margas calizas algo carbonosas (Idem id.)... ..	6
Margas calizas blancas y amarillentas (Idem id.)... ..	6
Margas rojizas nodulosas (2.ª cuña continental)	8
Caliza grisácea carbonosa	1
Margas rojizas (1.ª cuña continental)	3

	m.
Calizas	1
Margas calizas... ..	7
Arenas fosilíferas	1
Calizas arenosas con algunos cantos rodados	2
Margas ocráceas	5
Margas rojas alternando con bancos detríticos (nivel inferior continental)	200

YACENTE: PALEOZOICO

Las capas fosilíferas arenosas se encuentran junto a las últimas casas del pueblo, en la carretera de Romanos; sin embargo, el yacimiento clásico de Nombrevilla está en un nivel estratigráfico algo superior. Dicho yacimiento está situado a menos de 1 Km. al E. del pueblo, en una finca denominada «La Cárroya». Su posición estratigráfica miocena en el yacimiento es idéntica a la dada; tan sólo la estratigrafía de detalle de las capas carbonosas varía algo. En líneas generales, el carbonoso queda comprendido entre la segunda cuña continental, que lo limita por su parte inferior, y las margas nodulosas blancas, que forman su límite superior. Las capas carbonosas no ocupan una posición constante entre estos niveles, si bien nunca llegan a rebasarlos. El yacimiento se encuentra en una zona de pequeñas fallas de distensión, de salto generalmente inferior a 1 m. El yacimiento se encuentra muy localizado. La sucesión estratigráfica en el yacimiento es:

PENDIENTE: MARGAS NODULOSAS BLANCAS

	m.
Caliza margosa blanca	1
Margas ocráceas	4
Margas carbonosas	10
Arenas	1,5

	m.
Calizas	0,5
Margas carbonosas	0,2
Areniscas	0,5
Margas	4

YACENTE : MARGAS ROJAS (2.ª CUÑA CONTINENTAL)

La sucesión dada varía tanto hacia el E. como hacia el O., en un espacio de pocos metros, debido a cambios de facies de las margas que se hacen más o menos carbonosas.

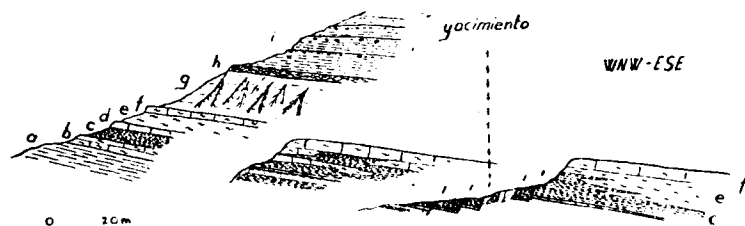


Fig. 2.

Estratigrafía del yacimiento de Nombrevilla. a, margas rojas (2.ª cuña continental); b, marga caliza; c, margas carbonosas; d, margas calizas; e, margas amarillentas; f, caliza margosa amarillenta; g, margas nodulosas blancas; h, marga caliza nodulosa; i, margas y conglomerados rojos (3.ª cuña continental).

Aparte de estas pequeñas variaciones, existen, asimismo, cambios de mayor importancia. Hacia el SE., en el espacio de 2 Km., la serie pasa, en casi su totalidad, a tonos rojizos. (La cumbre de Anento se halla a unos 2 Km. de Nombrevilla.) Hacia el NO. las cuñas rojas tienden a desaparecer; las margas lignitosas aumentan en importancia en este sentido. En Retascón la sucesión es:

	m.
Margas y conglomerados rojos alternando con capas calizas	30
Calizas	8
Margas blancas	5
Calizas margosas y margas...	3
Margas rojas (3.ª cuña continental)	5
Margas grisáceas localmente lignitosas y con alguna intercalación rojiza	7
Margas amarillentas con calizas, areniscas y algún conglomerado en capas compactas...	6
Margas ignitosas (2.º nivel carbonoso)	30
Calizas alternando con bancos de margas blancas ...	10
Margas lignitosas (1.º nivel carbonoso)	20

YACENTE : MARGAS Y CALIZAS BLANCUZCAS

En Retascón existen, pues, dos niveles de margas carbonosas; el más inferior de ellos corresponde al nivel de Nombrevilla. La tercera cuña continental es de potencia mucho menor, y la segunda, que limitaba por su parte inferior las capas carbonosas de Nombrevilla, ha desaparecido. En conjunto, toda la formación lacustre aumenta de potencia. En la parte alta de la serie, las tobas desaparecen, dando lugar a capas de margas rojas. A su vez, aparece una capa de calizas que substituye a las tobas en la formación de la plataforma de la meseta. Más al NE. aparecen los yesos, con lo que las características estratigráficas de esta zona cambian, pasando a ser los yesos el principal constituyente de la fase lacustre miocena.

EL YACIMIENTO Y LA FAUNA DE NOMBREVILLA

El interesante yacimiento pontiense de Nombrevilla, situado dentro de la Depresión que nos ocupa, se conoce des-

de hace ya algunos años. Las primeras referencias que de él tenemos proceden de una nota publicada por el Dr. Ferrando Mas (1924), y de unos datos incluidos por el P. Longinos Navas, S. J., en notas entomológicas publicadas en la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales. Sin embargo, no se tuvo un conocimiento más preciso del yacimiento hasta el Dr. Francisco Hernández-Pacheco, quien publicó, unos años más tarde (1926), un notable trabajo dedicado al estudio de la estratigrafía y de los caracteres de la fauna hasta entonces descubierta en la localidad. El interés intrínseco de esta fauna radicaba entonces, de acuerdo con los datos del ilustre geólogo castellano, en la presencia de un *Dicerorhinus* de carácter arcaico y afín al grupo *sansaniensis-simorreensis*, aliado a una asociación claramente pontiense por la presencia del *Hipparion gracile* Kaup y del *Trilophodon longirostris* Kaup.

Estimulados desde el principio por el interés del yacimiento que podía proporcionar otras novedades, y por el constante empeño de nuestro ilustre colega Dr. Hernández-Pacheco, realizamos una serie de exploraciones en la localidad, algunas veces en compañía de nuestro colega señor Truyols, con el hallazgo de una interesante fauna de mamíferos que completa la anterior. Estas exploraciones se realizaron en noviembre de 1943, enero de 1944 y julio y septiembre de 1945, esta última en compañía del citado geólogo madrileño, que completó entonces sus notas estratigráficas.

En todas las ocasiones tuvimos la fortuna de descubrir diversas novedades, no sólo para la fauna de Nombrevilla o del Mioceno español, sino también para la ciencia paleomastológica. En una de nuestras exploraciones realizamos también una inspección por una buena parte de la zona de

cuestas de la región, y descubrimos restos de *Mastodon* cerca de Retascón. Algunos materiales extraídos del yacimiento que aquí nos ocupa se hallan guardados en la colección de los PP. Escolapios de Daroca, por cierto en deficientes condiciones de preservación. Los recogidos por el Dr. Hernández-Pacheco se hallan en la galería de Paleontología del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, y los procedentes de nuestras campañas, en la Sección de Paleontología del Museo de Sabadell y en la colección particular del Dr. Villalta.

Aparte del reseñado trabajo del Dr. Hernández-Pacheco, no se ha realizado después un estudio completo de la fauna de Nombrevilla, y nosotros no hemos podido emprender esta labor por falta material de tiempo hasta el presente. Sin embargo, nos hemos referido en diversas ocasiones a algunos elementos de la misma, describiendo los más notable. También hemos dado la lista de especies del yacimiento en algunas publicaciones (Villalta y Crusafont, 1947; Crusafont, 1952). En esta nota se incluirán algunos interesantes datos sobre la asociación faunística del yacimiento de Nombrevilla, que tienen una altísima significación paleobiológica, sin llegar a una descripción completa de las especies, algunas de las cuales son inéditas, y se darán a conocer en un trabajo en proyecto.

Las más notables características de la fauna en cuestión son: en primer lugar, la asociación, precisada sin lugar a dudas, por primera vez en Europa, de dos Equidos: *Anchitherium* e *Hipparion*, y en segundo lugar, la presencia de un Jiráfido autóctono, que ha sido después caracterizado en otros yacimientos del Mioceno centroespañol.

El primero de los indicados caracteres de la fauna que nos ocupa llamó poderosamente la atención de los paleon-

tólogos europeos cuando los autores publicaron la descripción del *Anchitherium sampelayoi*, de Nombrevilla (Villalta y Crusafont, 1945). El profesor J. Viret se ocupó extensamente de esta cuestión en una nota publicada el mismo año (Viret, 1945). En ella se hacía constar el hecho de que el precedente citado por H. Wehrli de la presencia de un *Anchitherium* asociado al *Hipparion*, en Wiszberg, en la Hesse, renana, considerada hasta entonces como dudosa, quedaba confirmada por el hallazgo de Nombrevilla, donde ambos Equidos fueron encontrados en la misma capa de margas, y al lado uno de otro. Es interesante aquí resaltar que Wehrli señalaba que el *Anchitherium* de Wiszberg podía distinguirse del *A. aurelianense* Cuvier por algunos caracteres más progresivos, una talla mayor y molares de corona más alta. Estos mismos caracteres corresponden a nuestro *Anchitherium sampelayoi* de Nombrevilla, de manera que no tendría nada de extraño que el animal de Wiszberg pudiera ser atribuido a la misma especie. Señalemos también, de paso, que el pretendido *A. esquerra* Meyer del «Sarmatiense» del Cerro de San Isidro, en Madrid, ostenta una talla que queda englobada dentro de la amplitud de variación por nosotros calculada para la población del *A. aurelianense* del Vindoboniense del Puente de Vallecas, en el mismo valle del Manzanares.

El fenómeno de la asociación de estos dos géneros de Equidos tridáctilos, sin embargo, no es nuevo fuera de Europa: en China, las capas rojas del Pontiense de Shansi han proporcionado junto al *Hipparion* un *Anchitherium zitteli* (Schlosser, 1903), que fué referido después por Osborn al género *Hypohippus*. Algo parecido sucede en América del Norte, donde el género *Hypohippus*, difícil de separar del *Anchitherium*, llega con *Hipparion* hasta el Pon-

tiense, y está representado por otro fin de filum de gran talla, el *H. matthewi* Barbour.

Otra cuestión paleobiológica del máximo interés es el hallazgo en Nombrevilla de un Jiráfido de talla bastante grande que constituye, según uno de nosotros (Crusafont, 1952), una forma endémica de nuestro Mioceno. Se trata del *Decennatherium pachecoi*, que se caracterizó por primera vez gracias al hallazgo de un canino bilobado en la localidad aragonesa. Este hecho sirvió para confirmar nuestras opiniones sobre algunos otros restos de Jiráfidos descubiertos con anterioridad a nuestras campañas y en otros puntos del Mioceno castellano, y que habían sido atribuidos erróneamente a grandes Antílopes. Esta curiosa forma, que presenta, hasta cierto punto, caracteres interferentes entre los Jiráfidos y los Paleotráginos, pero con dominancia de los primeros, aunque mesopodial y mesodonta, se conoce ya de varias otras localidades del Mioceno central español: Matillas (Guadalajara), Pedrajas y Portillo de San Esteban (Valladolid) y Los Valles de Fuentidueña (Segovia), pero Nombrevilla fué escogida como localidatipo. Esta forma representa, como la anterior, un nuevo elemento dentro del complejo de endemismos miocénicos de la Península, la cual ha actuado durante el Terciario como un centro productor de nuevas especies.

A la lista de especies de la localidad aragonesa añadimos hoy otras dos novedades de interés: el *Euprox dicranocerus* Kaup, representado por un asta en magnífico estado y uno de los ejemplares más completos que se conocen de este Cérvido miocénico, y el *Ancylotherium pentelici* Gaudry et Lartet, representado por una falange media característica.

Como dato peculiar tenemos que añadir que el *Hippa-*

tion de la localidad, representado por centenares de molares y por algunas series más o menos completas, es de gran talla, y se corresponde por sus medidas con el *Hipparion gracile* Kaup, lo que resulta curioso al comparar con la fauna vecina de Concud, donde sólo existen formas de talla pequeña, con el *Hipparion mediterraneus* Hensel y el *Hemihipparion matthewi* Abel, este último inédito y en vías de descripción por los autores.

Otros elementos de la interesante fauna de Nombrevilla están todavía por describir; así el ya citado Rinoceronte del género *Dicerorhinus*, abundantemente representado, y que constituirá una nueva especie, y un enigmático mamífero, probablemente un Hiracoideo, del cual conviene completar la dentición, con nuevos hallazgos, para una determinación sistemática precisa.

La edad de esta fauna es indudablemente Pontiense, y por la presencia del *Hipparion gracile* puede quizás afirmarse que debe catalogarse en el Pontiense alto o Pikermiense, a pesar de que el *Anchitherium* parecería darle una cierta arcaicidad; sin embargo, recuérdese que se trata de un fin de filum, que llega hasta niveles más altos que los de la especie-tipo *A. aurelianense*.

La lista actual de las especies de mamíferos del citado yacimiento es, pues, la siguiente:

Carnívoros: *Amphicyon* sp. *Lycyaena chaereticis* Gaudry.

Roedores: *Palaeomys castoroides* Kaup. *Prolagus oenningensis* Meyer.

Perisodáctilos: *Anchitherium sampelayoi* Vill. et Crus. *Hipparion gracile* Kaup. *Ancylotherium pentelici* Gaudry et Lartet. *Dicerorhinus nova* sp.

Artiodáctilos: *Euprox dicranocerus* Kaup. *Tragocerus*

amalthea Roth et Wagner. *Gazella* sp. *Decennatherium pachecoi* Crusafont.

Proboscídeos: *Tetralophodon longirostris* Kaup.

La localidad fosilífera, según se ha dicho, se halla situada a corta distancia del pueblo de Nombrevilla, a 6 kilómetros de Daroca, y cerca de la carretera a Romanos, en una finca conocida con el nombre de «La Carroya», propiedad de don Nicolás Lorente, de Valencia, quien nos dió en toda ocasión facilidades generosas para la realización de nuestros trabajos explorativos.

Además de la localidad de Retascón, que ya hemos señalado, y en donde descubrimos unos restos de *Mastodon*, se han citado, sin descripción, otros materiales procedentes de Miedes y de Mara. De esta última localidad, el señor Julivert nos trajo un fragmento de escápula de un Proboscídeo que se guarda en las colecciones del Museo de Sabadell. También diversos restos de *Hipparion* y de *Dicerorhinus*, que durante sus estudios estratigráficos recogió en «La Carroya».

BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA

- MAESTRE, A.: Descripción grognóstica del distrito de Aragón y Cataluña. «An. de Minas», vol. III, págs. 193-278, Madrid (1845).
- ROYO GÓMEZ, J.: El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica. «Com. Inv. Paleont. y Prehist.» (J. Amp. Est. I. C.), Memoria núm. 30 (serie paleont. núm. 5), 230 págs., 54 figs., XXIII láminas, 1 mapa. Madrid (1922).
- Tectónica del Terciario continental ibérico. «Bol. Inst. Geol. Min. Esp.», t. XLVII, 2.^a parte (VII de la 3.^a serie), págs. 131-177, 7 figuras, XIII láms., 1 mapa. Madrid (1926).
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: Nota sobre la estratigrafía y los mamíferos miocenos de Nombrevilla (Zaragoza). «Bol. Inst. Geol. Min. Esp.», tomo XLVII, 2.^a parte (VI de la 3.^a serie), págs. 440-448, 1 fig., 4 fotos., III láms., 1 maa. Madrid (1926).
- SÁEZ GARCÍA, C.: Notas acerca de la distribución estratigráfica del Terciario lacustre en la parte septentrional del territorio español. «Public.

- Conf. Sind. Hidr. Ebro», t. XXXVI, págs. 1-29, XIV láms. Zaragoza (1931).
- RICHTER, G. und TEICHMÜLLER, R.: Die Entwicklung der Keltiberischen Kellen. «Abh. der Ges. der Wis. zu Göttingen», Math. Phis. Klasse III, Helt 7, 118 págs. Berlín (1933).

BIBLIOGRAFIA PALEONTOLOGICA

- SCHLOSSER, M.: Die fossilen Saugetiere Chinas, etc. «Abh. k. bayer. Akad. d. Wiss.». II. München (1903).
- FERRANDO MÁS, P.: Nota preliminar sobre el yacimiento fosilífero de Nombrevilla (Zaragoza). «Publ. de la Acad. de Ciencias Exactas, Físico-Quím. y Nat. de Zaragoza». Zaragoza (1924).
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: Nota sobre la estratigrafía y los mamíferos miocénicos de Nombrevilla (Zaragoza). «Bol. del Inst. Geol. y Min. de España», t. XLVII. Madrid (1926).
- VILLALTA, J. F. y CRUSAFONT, M.: Un *Anchitherium* en el Pontense español: *Anchitherium sampelayoi* nova sp. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España», núm. 14. Madrid (1945).
- VIRET, J.: Sur la coexistence des Equidés *Anchitherium* et *Hipparion* en Europe occidentale. «Bull. de la Soc. Géol. de France». 5^{me} série. Tome XV. Paris (1945).
- VILLALTA, J. F. y CRUSAFONT, M.: Les gisements de mammifères du Neogène espagnol, VI. Bassin de Calatayud-Teruel. «C. R. Som. de la Soc. Géol. de France», núms. 13-14. Paris (1947).
- CRUSAFONT, M.: Los Jiráfidos fósiles de España. (Tesis). «Mem. y Com. del Inst. Geol. Prov.». (Consejo Superior de Investigaciones Científicas.) VIII. Barcelona (1952).

Observaciones sobre las formaciones neísicas y graníticas del sur de Toledo

POR

MANUEL ALIA MEDINA

MANUEL ALIA MEDINA

OBSERVACIONES SOBRE LAS FORMACIONES NEISICAS Y GRANITICAS DEL SUR DE TOLEDO

La región que se extiende desde el borde mismo donde se asienta la ciudad de Toledo, hasta los Montes de Toledo, ha sido objeto desde antiguo de diversos estudios geológicos, y en los últimos años se han publicado, de esta zona, varias hojas del Mapa Geológico E = 1 : 50.000. En los planos geológicos modernos, figura la región constituida, en líneas generales, por dos amplias bandas de orientación aproximada según E. O., de neis la más septentrional y de granito la meridional, la cual llega por el Sur hasta la base de las primeras estribaciones paleozoicas de los Montes de Toledo, y por el Este se desborda a mayores latitudes, en la región del bajo Algodor. Separando en gran extensión dichas formaciones, la neísica y la granítica, se sitúan una serie de elevaciones paleozoicas a las cuales corresponden las serratas de Noez, Layos y Almonacid.

Muchas variaciones locales y de detalle se presentan a esta descripción tan general, pero tampoco pretendemos con este trabajo contribuir al establecimiento de una cartografía geológica detallada. Solamente queremos exponer, de la manera más concisa posible, algunos datos de observación recogidos durante nuestros últimos recorridos por

aquellas regiones, y, al tiempo, la interpretación que a partir de dichas observaciones creemos puede establecerse, por lo que se refiere a la edad relativa de las formaciones y a la evolución magmática del conjunto. De esta manera hacemos, en primer lugar, una exposición objetiva de los hechos observados y después pasamos a la interpretación de los mismos.

OBSERVACIONES EFECTUADAS

Las observaciones efectuadas podemos agruparlas en los siguientes dos grupos, de acuerdo con las grandes zonas de antes establecidas: a) Observaciones en la zona neísica septentrional; y b) Observaciones en la zona granítica meridional.

a) Zona neísica septentrional.

En los terrenos metamórficos que constituyen esta zona se observa una mayor complejidad en los que se sitúan en el borde más septentrional de la formación, a lo largo de una banda de límites irregulares y variable anchura, la cual se enlaza progresivamente con la más homogénea y maciza que se extiende ampliamente por el Sur. Subiendo por las diversas carreteras que desde Toledo conducen a las zonas meridionales, se observa bien el tránsito de que hablamos.

En el borde más septentrional y complejo, las distintas investigaciones anteriores han señalado la existencia de rocas metamórficas y eruptivas, tales como diferentes tipos de neises y granulitas, neises graníticos y granitos verdaderos, aplitas, pegmatitas y diabasas.

Por nuestra parte, en este complejo hemos hecho las siguientes observaciones:

Hemos reconocido la existencia frecuente de formas fluidales en los neises, los cuales pueden considerarse como verdaderos representantes de migmatitas. En algunos lugares (carretera a Mérida, frente a la Ermita de la Bastida, y también en el kilómetro 74,300 de la carretera Toledo a Ciudad Real), estas migmatitas atraviesan neises homogéneos de grano fino, biotíticos y muy alterados, y en el último de los dos puntos citados, en el seno de la formación migmatítica, queda incluido un enclave del referido neis homogéneo. Las formas migmatíticas presentan, en algunos casos, típicos repliegues.

Las formas migmatíticas pasan en tránsito, y en algunos lugares, a neises normales, con elementos fuertemente orientados, los cuales, a su vez, están en relación con otras formaciones igualmente neísicas, con menor orientación de elementos. Los últimos términos de esta serie establecida vienen representados por metamórficas, con muy escasa orientación, de estructura casi granitoidea. Es de destacar también que estas formas menos orientadas son, en general, más leucócratas, en tanto que las melanócratas abundan más en las de orientación más acusada. El tránsito o paso de unos a otros tipos de rocas metamórficas es difícil establecerlo, en la mayoría de las ocasiones, por lo torturado de la zona y por la complejidad de las formas existentes. En la carretera que sube desde Toledo a la nueva Academia de Infantería, y en las proximidades de estas edificaciones, hemos podido ver que un neis fajeado biotítico está inyectado por amplias fajas de neis glandular, que, aunque concordante, en general, con las estructuras del neis fajeado, en algunos lugares aparece, sin embargo, discordante con las mismas.

Con claridad hemos podido ver que las citadas formas

migmatíticas y de neises de mayor orientación están atravesadas por apófisis de granitos biotíticos (carretera Toledo-Mérida, km. 7), y en la carretera de Piedrabuena, en las proximidades de la finca «La Almazara», hemos encontrado igualmente un bloque de este tipo de granito, engastando un enclave de neis fajeado.

Como antes hemos indicado, subiendo por las carreteras que parten de Toledo hacia el Sur, se observa el tránsito de estas formas más complejas del borde septentrional a las más macizas y de menor orientación que dominan en las regiones meridionales. En el kilómetro 8 de la carretera de Toledo a Piedrabuena se observa un tránsito entre los neises más oscuros y orientados del norte y un neigranítico, con elementos mucho menos orientados. Coincidiendo con esta zona de tránsito se sitúan fuertes masas de pegmatitas que engastan gruesos almandinos. En el kilómetro 10 de esta misma carretera, inmediatamente después del pueblo de Argés, se encuentra una formación granítica fuertemente glandular, con ligera orientación y con enclaves más oscuros.

El conjunto de este macizo neísico-granítico se extiende por el Sur hasta las proximidades de las elevaciones paleozoicas de las serratas antes citadas, las cuales, como dijimos, sirven de separación, en gran extensión, entre estas formaciones metamorfizadas y el granito de más al Sur. Aunque, en general, laderas y base de las elevaciones paleozoicas se encuentran cubiertas por los sedimentos pliocenos de las rañas, o por los cuaternarios, hemos encontrado algunos lugares donde es posible ver el tránsito gradual entre la formación neísica y la paleozoica. En el pueblo de Almonacid, y en el corte de la carretera, se encuentran calizas paleozoicas, que aparecen marmorizadas hacia la base.

En las próximas elevaciones paleozoicas de Oliva hemos observado, en su vertiente septentrional, un paso gradual por metamorfismo entre los neises de la base, cuyos elementos se orientan según NO., y las calizas, pizarras y cuarcitas, igualmente orientadas de las elevaciones. En las calizas, el metamorfismo alcanza menor desarrollo, y se traduce por una marmorización más distante, seguida por una silicificación y progresivo enriquecimiento en feldespatos, los cuales originan un neis glandular, el cual, finalmente, pasa a los típicos de la base. El metamorfismo en las pizarras de aspecto cambriano alcanza mayor desarrollo, y se traduce también por la presencia de formas intermedias glandulares.

En la Sierra de Layos, y a lo largo de la Cañada de las Marinas, se observa, igualmente, cómo las pizarras, orientadas N. 80° E., y con buzamiento de 80° al N., pasan progresivamente a micacitas, las cuales se van haciendo más neísicas hacia el Norte, donde en el llano, y pasados los sedimentos de la base, se encuentran neises típicos. A unos 400 metros al oeste de dicho lugar aparecen, en la base de la elevación, algunos afloramientos de capas calizas, las cuales, en los puntos más septentrionales, se encuentran marmorizadas y después fuertemente silicificadas. La carretera de Toledo a Piedrabuena corta en el kilómetro 20 las estribaciones paleozoicas occidentales de la citada elevación de Layos, y en estos lugares se encuentran las pizarras nodulosas de metamorfismo, en tránsito a las paleozoicas sin metamorfizar. En el pueblo de Pulgar, la carretera corta igualmente las pizarras paleozoicas de las estribaciones de la elevación de Noez, las cuales, mediante formas glandulares, pasan, finalmente, a los neises septentrionales, en los cuales pueden observarse todavía, y en algunos lugares, la antigua disposición de las capas.

En las minas de plomo de «La Higuera», situadas en el término de Mazarambroz, se observa, igualmente, la progresiva granitización de los sedimentos paleozoicos. La granitización ha avanzado con mayor facilidad a lo largo de las capas pizarrosas, las cuales, actualmente, se encuentran transformadas en neis glandular, con cristales mayores de feldespato, que, en menor proporción, se encuentran también en las cuarcitas intercaladas. En estos lugares existen, frecuentemente, diques de cuarzo blanco y de baritina dispuestos en retículo, en los cuales se encuentra la galeña, y con menor proporción de blenda.

b) Zona granítica meridional.

El granito, que se extiende ampliamente por el Sur hasta la base de las primeras alineaciones de los Montes de Toledo, se presenta en toda la extensión recorrida con características muy monótonas. Se trata de un granito normal biotítico, atravesado por diques no muy abundantes, principalmente de pegmatitas, aplitas y cuarzo blanco.

Las relaciones de este granito con las formaciones paleozoicas meridionales, las hemos podido establecer en diversos lugares:

En las proximidades de San Pablo de los Montes, en el lugar denominado «Las Chorreras», diversos rodales de calizas paleozoicas quedan incluidas entre la masa general granítica. En estas calizas, unas se conservan sin metamorfismo, otras se encuentran marmorizadas, y las más próximas al granito, fuertemente silicificadas. En algunos lugares se presentan pequeñas mineralizaciones de tipo Banat, con formación de minerales de hierro, y en menor proporción de cobre, en el seno de las calizas. En las proximidades también de San Pablo se vuelve a encontrar el

granito en contacto con las calizas; en la zona de tránsito, el granito se hace de grano fino y aplítico, y la caliza se silicifica, al mismo tiempo que se carga de magnetita. El contacto entre ambas rocas puede observarse igualmente en las canteras de caliza cercanas al pueblo. En esta zona de San Pablo de los Montes, y al contrario de lo que sucede en los restantes lugares visitados, el granito no queda relegado a la plataforma basal de la Meseta toledana, sino que, por el contrario, forma parte de las mismas elevaciones, donde asciende ampliamente. Y es interesante destacar a este respecto que en este granito de mayor cota, y en algunas zonas donde no queda cubierto por las capas paleozoicas, se conservan restos de una antigua superficie de erosión, la cual, por su posición topográfica, debe considerarse de edad intermedia entre la superior de las elevaciones paleozoicas y la general de la base que constituye la Meseta toledana.

A lo largo del camino vecinal que va de Cuerva a Totanés, el cual enlaza con el que une Pulgar con este último pueblo, se ve también el contacto entre granitos y las pizarras verdes paleozoicas. La zona de metamorfismo en las pizarras no es muy amplia, pero en las zonas de contacto se intercalan en estos materiales diques de pegmatitas y aplitas, que se hacen más abundantes en las cercanías del granito.

En el kilómetro 53,500 de la carretera a Los Navalma-
rales, en el cruce con el arroyo Majadillas, se encuentran excelentes ejemplos de intrusión del granito en las cuarcitas casi verticales del Paleozoico. La zona de metamorfismo en las citadas cuarcitas es muy reducida, pues prácticamente se conservan sin alterar hasta el contacto mismo de la roca eruptiva. Filoncillos de granito se inyectan entre las juntas

de las cuarcitas, y algunas porciones de éstas quedan englobadas en la masa granítica. El mismo hecho puede observarse en el kilómetro 60 de la misma carretera, donde capas casi verticales quedan englobadas en el granito.

En la carretera de Los Navalmorales a Espinoso del Rey, en la margen izquierda del río Pusa, se produce el contacto entre granito y pizarras paleozoicas. La zona metamorfizada alcanza aquí una extensión de unas decenas de metros, y se encuentran términos micacíticos en las proximidades del granito. Los delgados lechos cuarcíticos y aun margosos, que aparecen intercalados entre los pizarreños, permanecen menos alterados.

En la carretera de Las Ventas con Peña Aguilera a Menasalbas, a un kilómetro del primero de estos pueblos, se encuentran, igualmente, algunas capas de cuarcitas incluidas en la masa granítica. El contacto entre los dos materiales es neto, pero las cuarcitas se presentan en algunos puntos feldespatizadas y con biotita.

Comparando los efectos de metamorfismo producidos por esta formación granítica meridional en los sedimentos paleozoicos, con los que en los mismos materiales se encuentran también, en su contacto con los neises septentrionales, puede establecerse que el metamorfismo de los neises fué de tipo más fluidal, con penetración más lejana a favor de las capas paleozoicas, y de acuerdo con la distinta naturaleza de las mismas, en tanto que la penetración del granito meridional debió producirse en forma más maciza y probablemente a menores temperaturas, por lo cual las capas paleozoicas se encuentran con frecuencia incluidas en su seno, y en muchos casos con límites bien distintos.

El granito meridional se presenta, en general, bien con-

servado, mostrando las formas típicas de erosión, pero, como excepción de interés, debemos destacar la formación de verdaderas cárcavas en un granito intensamente meteorizado, en el kilómetro 62 de la carretera de Toledo a Ciudad Real. La fuerte meteorización de este granito es debida a su especial situación, pues queda emplazado en la base de las elevaciones próximas, en zona de escasa pendiente y acumulación de las aguas de ladera, las cuales serían retenidas en parte por las formaciones de rañas que allí existen. Este granito, fuertemente meteorizado, pasa lateralmente a otro menos alterado, en el que se dan las formas típicas de erosión en este tipo de roca.

INTERPRETACIÓN DE DATOS

La interpretación de los datos acabados de exponer y de los recorridos efectuados por la región nos ha llevado a establecer un ensayo de evolución de estas áreas, referido a la que debió producirse durante la orogenia varisca.

Para nosotros, en estas regiones toledanas se encuentran representados gran número de los acontecimientos de la evolución típica de un geosinclinal, pues en ellas existen restos del metamorfismo regional, migmatitas y formas fluidales, con paso a las metamórficas de menor orientación, neises, resultado de una granitización sintectónica y granitos postectónicos. Las formas representativas de los diferentes estadios de esta evolución quedan localizadas en el espacio, de tal manera que las de génesis más antigua se sitúan más al Norte, y las más modernas, en las más meridionales. Es así como hemos trazado el corte esquemático de la figura 1.ª, en la cual, gráficamente, se esquemmatizan tales conceptos; a la descripción de las dife-

rentes zonas establecidas en dicho corte nos concretamos, para hacer así más concisa la exposición.

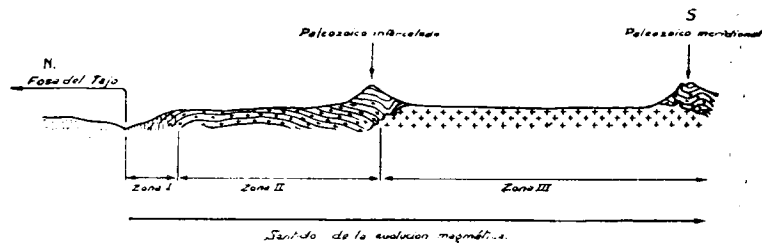


Fig. 1.

La zona I del citado corte comprende la más compleja que antes señalábamos, la cual se sitúa en la región más septentrional del área estudiada. En ella se encuentran las formas más antiguas de la evolución del geosinclinal varisco, como son los escasos restos de paraneis atravesados por migmatitas, restos que bien pueden ser los representantes de un metamorfismo regional producido en sedimentos paleozoicos o quizá anteriores. Existen, igualmente, las migmatitas en diversas manifestaciones, y las formas metamórficas de menor orientación, las cuales parecen corresponder a las emisiones primeras y laterales de los neises sintectónicos que se extienden más al Sur. Las especiales características del emplazamiento de estos materiales y su época de formación, así como también los intensos procesos de diastrófilismo que posteriormente ha sufrido esta zona, han sido causa de la complejidad existente y de la compenetración y enmascaramiento de límites entre los diferentes materiales del área.

Los apuntamientos de granito biotítico existentes en esta zona los interpretamos como de posterior época, como apun-

tamientos contemporáneos en su formación del granito más meridional postectónico. Gran parte de las pegmatitas que aquí se encuentran corresponderían a emisiones posteriores de este último período magmático, en tanto que las que se muestran concordantes con la foliación parecen corresponder al período sintectónico.

En la zona II se sitúa el neis que consideramos como representante de la granitización sintectónica varisca, la cual, por haberse producido en la época del plegamiento, experimentó intensas deformaciones que la llevaron al actual estado neísico. Las formas descritas de su contacto con el Paleozoico muestran que la intrusión debió producirse mediante procesos intensos de asimilación, con penetración del magma a favor de las capas de los referidos sedimentos.

Finalmente, en la zona III se encuentra el granito postectónico, cuya intrusión debió producirse en forma masiva y a baja temperatura, sin que, en general, diera lugar a aureolas amplias de metamorfismos ni a mineralizaciones intensas.

Comparando los diferentes términos de esta evolución magmática, se observa un progresivo incremento de sílice en los mismos con el tiempo. J. Marcet Riba, en su publicación sobre la petrografía de los alrededores de Toledo (1), estableció diversas gráficas de parentesco petrográfico, al objeto de determinar las relaciones existentes entre las rocas metamórficas por él estudiadas y los diferentes magmas eruptivos; las consecuencias obtenidas fueron que la mayoría de las metamórficas recogidas, tales como las granulitas neísicas, granitos neísicos, neises granitoideos, neises

(1) J. MARCET RIBA, *Estudio petrográfico de la zona metamórfica de los alrededores de Toledo*. «Mem. de la R. Ac. de Cienc. y Art. de Barcelona», tomo XX, 1926-1928.

granulíticos y neises glandulares y porfídicos, se relacionaban con las magmas de tipo granítico-diorítico y diorítico-cuarzífero. Las relaciones magmáticas de estas rocas, recogidas en la que denominamos zona I, contrastan, por consiguiente, con la naturaleza del granito postectónico de la región más meridional. De esta manera se produce también en la región toledana, y con este progresivo incremento en sílice establecido, la variación que es normal para estos períodos magmáticos de la evolución de un geosinclinal.

Como era lógico esperar, el diferente emplazamiento de los macizos eruptivos ha desempeñado un importante papel en la posterior evolución tectónica del país. En la zona más septentrional, la zona compleja donde quedan emplazadas las formaciones migmatíticas, por su menor homogeneidad y por la naturaleza misma de sus materiales, ofreció menor resistencia a los esfuerzos corticales que el macizo de neises sintectónicos al que bordea, y así fué ésta una región privilegiada para los procesos de rotura y despegue, por lo cual nos explicamos que coincida esta zona con el límite meridional de la fosa tectónica del Tajo. Al otro lado del macizo sintectónico se localizó, igualmente, una zona de menor resistencia, en el contacto de materiales de diferente naturaleza y homogeneidad, como lo son el macizo sintectónico citado y el postectónico más meridional. Ello explica que en esta zona de despegue mecánico se alojasen y persistiesen los sedimentos paleozoicos que hoy constituyen las elevaciones de lo que hemos denominado Paleozoico intercalado, las cuales se tienden a lo largo de gran parte del límite que separa los ambos macizos. Los empujes posteriores han activado esta zona de despegue, y motivado las roturas que afectan a las mismas formaciones paleozoicas. En coincidencia también con esta

zona de menor resistencia, se encuentran los filones de cuarzo blanco y los reticulares de baritina, en los que engasta la galena de las minas de «La Higuera».

COMPARACIONES

En nuestra interpretación hemos indicado que en la región toledana estudiada se reconocen gran parte de los acontecimientos que se producen en la evolución magmática típica de un geosinclinal. Esto nos lleva a comparar lo indicado con lo que a este respecto se ha establecido para otras regiones, y así encontramos, por ejemplo, grandes analogías entre nuestras conclusiones y las que se obtuvieron sobre la evolución magmática del geosinclinal, también varisco, de la Selva Negra. En estas regiones se distinguieron, igualmente, dos grupos de intrusiones graníticas; la primera de las cuales, sintectónica, empezó con granodioritas y terminó con granitos, y dió lugar a migmatitas, granitizaciones de asimilación y neises de inyección. La segunda granitización, postectónica, originó, por su parte, la intrusión de un granito macizo y turmalinífero, en el cual no se reconocen procesos de migmatización, asimilación, ni de metamorfismo de contacto. El estudio comparativo entre los materiales de unos y otros macizos, el sintectónico de Durbach y el postectónico de Nordrach, mostraron igualmente un progresivo incremento en sílice con el tiempo.

Y a este respecto es interesante destacar que ya en el año 1913, el geólogo Koenigsberger (2), de su rápido reco-

(2) KOENIGSBERGER, J., *Notiz über Kristallinen Schiefer in Spanien*. «Centr. für Min.», núm. 20. Stuttgart, 1913.

nocimiento por el metamórfico de los alrededores de Toledo, destacó que los materiales de estos lugares los encontraba semejantes a las pizarras cristalinas y a los neises de inyección de la Selva Negra, y en parte también al tipo arcaico de Noruega, similitud esta última que debió sugerírsele ante la presencia de las migmatitas próximas a la ciudad.

CONCLUSIONES

En la región metamórfica y granítica que se extiende desde Toledo hasta las primeras estribaciones de los Montes de Toledo, se establece que los granitos más meridionales deben considerarse como postectónicos variscos, y los neises de la zona Norte, como sintectónicos de la misma orogenia. En el borde más septentrional de esta última zona cabe todavía distinguir una estrecha área de mayor complejidad, en la que coexisten formas migmatíticas con las de tránsito a las metamórficas de menor orientación, todas las cuales se conceptúan como manifestaciones primeras y laterales del macizo sintectónico. Junto con estas formas se encuentran probables restos de un metamorfismo regional anterior, así como apuntamientos de granitos postectónicos y diversas rocas filonianas.

De esta interpretación se deduce que en dicha región toledana se encuentran representadas la mayoría de las manifestaciones eruptivas típicas de la evolución de un geosinclinal, y así también en ellas se produce el progresivo incremento en sílice con el tiempo. Se compara la seriación establecida con la clásica del geosinclinal varisco de la Selva Negra.

El emplazamiento de las diferentes masas eruptivas ha

presidido la posterior evolución tectónica de la región, y así se explica que el borde meridional de la fosa del Tajo coincida con la zona más compleja y menos homogénea del dominio de magmatitas, y que en la zona de contacto entre los ambos macizos, el sintectónico y el postectónico, persistan residuales formaciones paleozoicas y se encuentren al tiempo diques cuarcíferos y de baritina, con alguna mineralización.

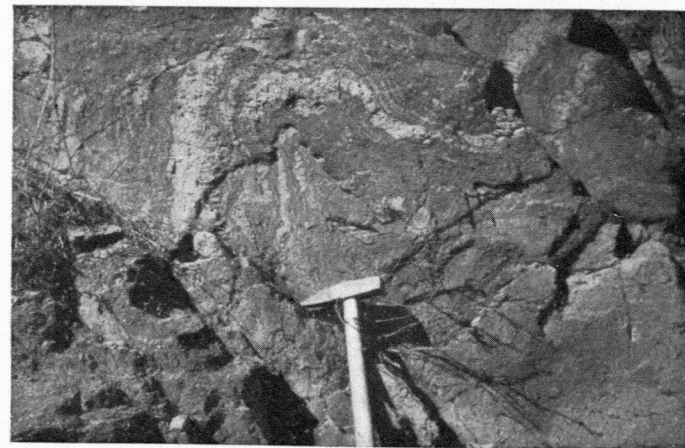


Fig. 1.—Migmatitas con repliegues característicos, Carretera Toledo-Ciudad Real, km. 74,500.



Fig. 2.—A la derecha, migmatitas; en contacto con neis de grano fino alterado, a la izquierda. Carretera Toledo-Mérida, frente a la ermita de la Bastida.





Fig. 1.—Migmatitas atravesado por un apuntamiento de granito biotítico. A la derecha de la fotografía continúan las formas migmatíticas. Carretera Toledo-Mérida, km. 7.



Fig. 2.—Enclave de neis fajeado en granito biotítico posttectónico. Carretera Toledo-Piedrabuena, proximidades de la finca «La Almazara».



Fig. 1.—Granito postectónico atravesando cuarcitas paleozoicas casi verticales. Carretera Toledo-Los Navalmorales, km. 53,500.



Fig. 2.—Cuarcitas paleozoicas verticales incluidas en el granito postectónico. A la derecha, y por fuera de la fotografía, continúa el mismo granito. Carretera Toledo-Los Navalmorales, km. 60.





Fig. 1.—«Cárcavas» producidas en el granito intensamente meteorizado. Carretera Toledo-Ciudad Real, km. 62.



Fig. 2.—Otro aspecto de la formación de «cárcavas» en el granito de la fotografía anterior. Se observan algunos filoncillos de cuarzo en el granito meteorizado y, a la derecha, los típicos canchales del granito sin meteorizar.



Noticias

Don Rafael Sánchez Lozano.

Se cumple este año el centenario del nacimiento, en Linares, del que fué Director del Instituto Geológico y Minero de España, Excmo. Sr. don Rafael Sánchez Lozano.

Trabajó activamente en la formación del Mapa Geológico de España, efectuó estudios minero-industriales en varias provincias y dió un importante avance a los trabajos de alumbramiento de aguas subterráneas en España.

En el Instituto permanece el grato recuerdo de la labor que realizó durante varios años.

El mercado del manganeso.

En pocos meses se ha observado una baja en el precio del mineral de manganeso, como lo demuestra el hecho de que algunos grandes compradores desechasen partidas importantes de mineral, por ser el contenido en sílice ligeramente superior al tolerado.

Esta baja, iniciada a fines de 1953, adquirió gran rapidez debido quizá a que se había hecho un exceso de compras y a una tendencia en la baja de la producción mundial de acero.

Petróleo en Venezuela.

Continúa Venezuela ocupando el segundo puesto en la producción mundial de petróleo, a pesar de la ligera baja experimentada durante el año 1955, que tuvo 1.765.000 barriles diarios contra 1.803.000 durante el año 1952. Las reservas venezolanas se calculan en 9.500 millones de barriles.

Esta industria, fundamental de Venezuela, centra todas las atenciones económicas del país, y en ella se espera invertir, durante el presente año, 800 millones de bolívares.

Hierro de Venezuela.

La minería del hierro, que estaba paralizada en Venezuela, va resurgiendo, como lo demuestra el hecho de que en 1953 solamente del distrito de El Pao enviase a los Estados Unidos más de 1,9 millones de toneladas de mineral.

También tiene considerable importancia la zona de Cerro Bolívar, donde se espera que rápidamente se pase de 2 millones a 15 millones de toneladas anuales de producción.

Azufre en Venezuela.

Los yacimientos de azufre descubiertos recientemente en Venezuela alcanzan la importancia que se les había dado. Durante el pasado año la producción fué de 200 000 toneladas.

Investigaciones sobre la utilización de agua de mar.

Es conocida la grave escasez de agua para riegos y usos industriales que se nota en los Estados Unidos. Por ello pretende el Departamento del Interior fomentar las investigaciones encaminadas a transformar, con estos fines, el agua de mar y demás aguas saladas y salobres. Con este objeto se ha destinado la cantidad de dos millones de dólares distribuidos en cinco anualidades.

Entre los varios métodos ensayados, uno de los que ha tenido más importancia es el fundado en un proceso electrolítico, por medio de membranas plásticas en las que se separan las sales del agua.

La siderurgia en Gran Bretaña.

Durante el año 1953 se logró en la Gran Bretaña la normalización de la industria del acero, por haber superado la producción a la demanda.

Las orientaciones son de elevar más la proporción del lingote empleado en la fabricación de acero, con la consiguiente disminución del consumo de la chatarra. En el Reino Unido se siente cada vez más la necesidad de minerales extranjeros a bajo precio, debido a que es necesario limitar el consumo de cok.

Se tienen grandes esperanzas en los minerales de Terranova, Conakry en la costa occidental africana y de Mauritania en el Sáhara.

Aluminio en Alemania.

Desde el año 1953 alcanzó Alemania una producción de aluminio de 155.000 toneladas, de las cuales 45.000 son de refundido y 110.000 de aluminio bruto.

Han logrado, mediante procedimientos eléctricos, purezas del 99,999 por 100, con lo que se ha logrado aumentar sus aplicaciones civiles. Hoy se considera el aluminio como una primera materia en las imitaciones de joyería. Se destina un 5 por 100 para la minería y una importante cantidad para la construcción. La exportación representa el 20 por 100.

Producción mundial de estaño.

En el año 1953 se alcanzó un importante aumento, tanto en la producción de estaño metal como en concentrados de estaño, con respecto al año 1952 y una disminución en el consumo.

Los datos estadísticos mundiales en toneladas, son los siguientes:

AÑOS	1952	1953
Producción de concentrados.....	171.000	177.100
Producción de metal	168.000	180.800
Consumo.....	130.500	129.600

Reunión de Energía Nuclear en Michigan.

Los temas que se tratarán en la Reunión de Energía Nuclear que tendrá lugar en la Universidad de Michigan, del 20 al 25 de junio próximo, serán los siguientes: Materiales para la construcción de reactores. Tecnología del reactor, Reactores para fines de investigación y docencia, Refino y preparación de materia prima para reactores, Reactores nucleares de potencia, Beneficio de materiales irradiados, Aplicaciones y usos de los productos radiactivos.

Prospección radiactiva aérea con contadores de destello.

Durante los dos pasados años se efectuaron en Canadá, con resultado satisfactorio, prospecciones radiactivas por medio de contadores de destello.

Quedó comprobada la necesidad de ser imprescindible para efectuar estas prospecciones el que aflore una cantidad importante de mineral.

Los aviones han de tener suficiente autonomía, principalmente si, como ocurre en Canadá, se investigan terrenos a distancias grandes de los aerodromos, y han de ser capaces de efectuar las pasadas bajas y a las distancias entre ellas previamente fijadas.

Exploración de gas natural en Gran Bretaña.

Al problema de la exploración de los gases naturales se le da en Gran Bretaña, lo mismo que en otros países, una importancia considerable; por ello el 2 del pasado mes de diciembre se iniciaron, en la parte meridional del Condado de Yorkshire, las exploraciones patrocinadas por el «Gas Council», entidad que ha planeado un programa quinquenal a base de invertir un millón de dólares.

Se han iniciado trabajos por métodos sísmicos de reflexión, para identificar estructuras aptas de 2.000 a 3.000 m. de profundidad.

También se iniciaron trabajos en el condado de Lincolnshire.

La física nuclear en la Universidad de Born.

Entre los programas de próxima ejecución figura el Instituto subterráneo que se va a construir en un plazo de cuatro años en la Universidad de Born, para el estudio de la física de las radiaciones y nuclear.

Se montará un modernísimo ciclotrón y un laboratorio protegido para la acción de diversas radiaciones.

El petróleo en Arabia Saudita.

Se tienen noticias del descubrimiento, en Arabia Saudita, de un yacimiento de petróleo de extensión grande. Está situado en Uthmaniyah, a 48 km. al SO. de Hofuf, y sus reservas se valoran en 28.000 millones de barriles.

El uranio y torio de Africa del Sur.

Se da cada día mayor importancia a la explotación del uranio y torio en minerales de baja ley. Tal ocurre con los auríferos del Transval y el Estado libre de Orange, las que son patrocinadas por la «South African Atomic Energy Board».

Los productos obtenidos, después de reservarse la mencionada organización la cantidad necesaria para el país, son cedidos a los Estados Unidos y a la Gran Bretaña.

El uranio alemán.

Parece ser que se va a conceder a Alemania Occidental la autorización para explotar sus yacimientos uraníferos de la Selva Negra y del Fichtelgebirge. Según el profesor Werner Heisenberg, se proyecta la construcción de un reactor atómico con grafito de 1.500 kw. La producción anual de uranio se espera alcance las nueve toneladas.

Locomotora de uranio.

El continuo empleo de uranio como medio propulsor y el perfeccionamiento de las técnicas de su utilización, ha permitido proyectar en la Universidad de Utah (Estados Unidos) una locomotora con un coste de 1.200.000 dólares, que tendrá como manantial de energía 4 kg. de uranio y una autonomía de un año, con un coste anual de entretenimiento de 50.000 dólares.

El petróleo en 1953.

La producción mundial de petróleo experimentó, durante el año 1953, un aumento del 5,5 por 100, colocándose en 675 millones de toneladas. Los países productores más destacados son los siguientes:

	Millones de toneladas
Estados Unidos de Norteamérica	340
Venezuela	92
Oriente Medio (Kuwait).. ..	43
Arabia Saudita... ..	41,5
Iraq	28
Canadá	11
Borneo	5

Mineral de uranio en Australia.

Nuevamente se ve favorecida Australia con otro criadero de uranio, al parecer de bastante riqueza, pues, según nuestras noticias, las leyes son del 5 al 10 por 100, el cual está situado al norte de Queensland, cerca de Chillagve.

Conferencia Internacional de Física Nuclear.

Del 12 al 17 de julio se celebrará en la Universidad de Glasgow una conferencia de Física Nuclear teórica y experimental, organizada por el departamento de filosofía natural de la Universidad mencionada.

Con este motivo se inaugurará el «Nuclear Physics Building», en el que está instalado el sincrotrón mayor de Europa. Calculan que asistirán a este acto unos 300 delegados representantes de 36 países.

Notas informativas

Hoja núm. 750. Gallina (Badajoz).

La Hoja geológica de Gallina se caracteriza especialmente por ponerse en ella en contacto la uniforme llanura terciaria, constituida por materiales arcóscicos del oligoceno, con el país más o menos quebrado, constituido por alineaciones de serratas cuarcitosas que se arrumban muy monótona y seguidamente casi de Este a Oeste y que constituyen típicas alineaciones del tipo de las Hespéridas.

La llanura está recorrida por el Gévora y su afluente el Zapatón, a los que afluyen otros riachuelos y arroyos de menor importancia, estando los valles en todos ellos y en el llano muy poco o nada encajados, por lo que la campiña los domina mediante cotas de muy escaso valor.

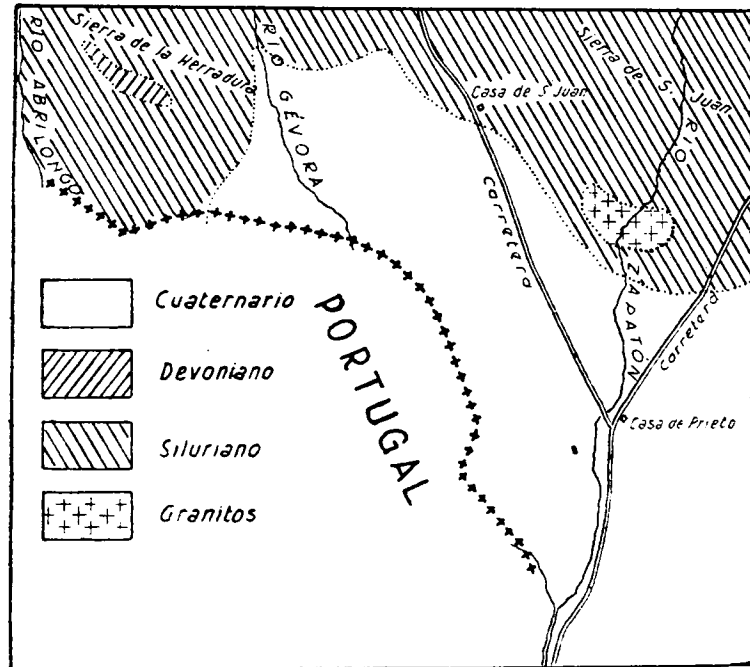
Quebrado en detalle es el país montuoso que queda hacia el Norte, siendo en él frecuentes las cañadas que siguen las zonas pizarrosas comprendidas entre alineaciones de cuarcitas ordovicien-ses, dándose aquí, como es característico en amplios espacios de Extremadura, la inversión del relieve en relación con los niveles litológicos, pues siendo las cuarcitas las que constituyen en amplias zonas los niveles inferiores, destacan siempre en las líneas de cum-bres, mientras las pizarras dan origen a las vallonadas, lo que se explica fácilmente por la diferente resistencia de ambos materiales.

En estas zonas quebradas la red fluvial corta normal o más o menos oblicuamente a las alineaciones montuosas, y ello hace que en determinados parajes los estrechamientos momentáneos de los valles sean acentuados. Tal es lo que ocurre en especial con los denominados del Estrecho, de los Riscos, de la Herradura y del puerto de los Ladrones en los ríos Gévora y arroyo de las Mayas, y el mucho más acusado de Infierno, formado por el Zapatón poco antes de salir a la llanura terciaria. Algunos otros pequeños estrechos existen en los afluentes secundarios, mereciendo ser citados el de Guadalta, en el Abrilongo, que es fronterizo, y en los arroyos de Valdeherracho y del Lobo los de estos nombres, parajes donde con facilidad puede reconocerse la arquitectura, a veces relativamente compleja, de estas zonas afectadas por la tectónica hercínica.

En la llanura dominan casi en absoluto las arcosas oligocenas, que deben alcanzar potencias relativamente grandes al acercarse

al valle del Guadiana. Sobre esta uniforme formación descansan los depósitos de rañas pliocenas, ya en general muy destruídas, que dan origen a replanos, mesas o planas lomas residuales, que destacan muy típicamente en el paisaje. En esta Hoja tales depósitos

750-HOJA GEOLÓGICA DE GALLINA

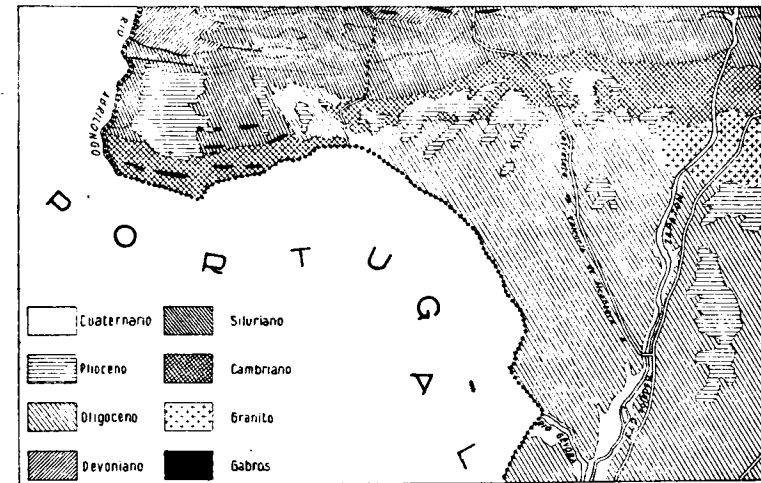


Distribución de las formaciones geológicas en la Hoja de GALLINA, según el mapa geológico a escala 1:400.000.

tienen poca extensión, salvo hacia el Oeste, donde, dominando por Levante al encajado valle del Abrilongo, forman la extensa y plana superficie de Guadaltas y de Las Mesas, ocupada por extenso y joven olivar, llanada que se destaca del resto de estos campos, que, constituidos por el Paleozoico inferior, ofrecen casi siempre mucho mayor relieve y más fuertes desniveles.

Más hacia el Este, la raña está muy destruída, pero se la reconoce perfectamente en los planos relieves, recortados por festo-

neasdas cuestras del Cortijo de Barrosa, Mesas del Carrasco, de Valdenaves, del Clérigo, de la Galga, de Las Cumbres de Gota y lomas de La Malilla. Más al Sur, al este del río Zapatón, destaca la alargada loma de Cerros Verdes y de Matamoros, que interrumpen en estos parajes el dominio casi absoluto de la llanura. La altitud en la alta superficie plana se mantiene muy uniformemente entre 340, 330 y 320 metros, ofreciendo la extensa mesa de Guadalta declive general hacia el Sur de 15 por 1.000, y con cotas semejantes y con inclinaciones muy parecidas se ofrece la formación en las



Distribución de las formaciones geológicas en la Hoja de GALLINA, según el mapa geológico a escala 1:50.000.

lomas del Clérigo y Cumbres de Gota, disminuyendo la altitud de la raña plioceno en Cerros Verdes y Matamoros, que no rebasa los 265 metros y donde ya la inclinación o declive general es sólo de un 4-5 por 1.000.

Es muy interesante la presencia de tales materiales y su disposición en extensas superficies semiplanas, pues hipotéticamente es fácil enlazarlas con los rellanos que existen, salvado el Guadiana, hacia el Sur, y que ocupan muy amplia extensión en la Hoja de Badajoz, deduciéndose de ella la generalidad y gran espacio que tales masas de canturrales tuvieron al finalizar los tiempos terciarios y comprender cómo en la actualidad estos depósitos no son sino restos de un acentuado ciclo de erosión que ha hecho variar, al menos en detalle, el relieve sencillo del país, y muy acentuadamente la distribución superficial de tales materiales litológicos.

Sobre el oligoceno, y en las anchas vallonadas seguidas por los

ríos, ocupan relativo gran espacio los materiales aluviales del cuaternario, arcilloarenosos y cascajales, que, en general, alcanzan escasa potencia, pues pronto en el subsuelo vuelven a alcanzarse los niveles arcóscicos.

En relación con la zona formada por el paleozoico cabe distinguir dos conjuntos: el situado más hacia el Norte, más quebrado y complejo, y el que queda al Sur, más sencillo, casi exclusivamente pizarroso, y que ofrece relieves típicos de penillanura. Domina en la primera zona el Siluriano, con la asociación típica de cuarcitas y pizarras, alcanzando estas últimas gran extensión y monotonía, fuera ya del dominio de esta Hoja y hacia el Norte, conjunto de cuarcitas y pizarras que se disponen en pliegues repetidos y sensiblemente paralelos, muy monótonos en su conjunto, pero con detalles y complejidad a veces muy interesantes en detalle, lo que hace que a veces se ofrezcan problemas tectónicos de interés, no fáciles de resolver satisfactoriamente, dado el acentuado arrasamiento que ha sufrido esta arquitectura.

En los conjuntos pizarrosos domina el régimen isoclinal, a veces muy apretado; en las zonas cuarcitosas, los pliegues, en general bastante amplios y con frecuencia fallados en sus flancos y a lo largo de las charnelas. Como además toda la arquitectura externa ha desaparecido, los flancos dan lugar a corridas muy levantadas, a manera de murallones, que con gran frecuencia cortan los campos con sus risqueras y canchales.

En los sinclinales más acentuados, a veces fallados longitudinalmente y, en general, en esta Hoja hacia el ángulo noroeste, el devoniano, fundamentalmente pizarroso, alcanza en ocasiones gran extensión, pizarras que pueden ir acompañadas de hiladas de areniscas cuarcitosas de color tabaco, que dan origen a determinados accidentes topográficos, que ofrecen características muy semejantes a las que originan las corridas de las cuarcitas silurianas, siendo esto muy de tener en cuenta cuando se hace una prospección rápida de este país. Pero por lo general las alineaciones de areniscas devonianas alcanzan mucha menor potencia que las determinadas por las cuarcitas del siluriano. No se aprecia discordancia tectónica entre devoniano y siluriano, si bien con frecuencia existen discordancias por accidente tectónico. Ahora bien: sí se aprecia una larga ausencia de depósitos entre ambas formaciones, pues el devoniano inferior gedinense viene a apoyarse sobre las cuarcitas o pizarras del ordoviciense. Falta, pues, todo el siluriano inferior, que o no se ha depositado o más probablemente ha sido destruido, debido a una emersión en masa del continente, lo que ha determinado un largo ciclo de erosión.

Más hacia el Sur el pizarral domina casi en absoluto, y da origen, al estar arrasado, a típica penillanura, si bien a lo largo de los ríos, al encajarse éstos, se halla rejuvenecida, penillanura que

en amplias zonas queda cubierta por la potente formación de arcosas oligocenas o por las masas de canturales de las rañas, mucho menos extensas. También hay que destacar que en este pizarral cambriano se intercalan algunas hiladas y conjuntos calizos, que en apretado régimen isoclinal cortan el país de Este a Oeste, calizas que son explotadas para la obtención de cal en hornos. Tales calizas inician ya en estas zonas el dominio de estos materiales, que han de alcanzar enormes extensiones más hacia el Sur, salvado el ancho valle del Guadiana por tierras de Zafra.

Como substrato profundo de este paleozoico inferior ha de estar el granito que aflora hacia el Este, cerca ya de Villar del Rey, en los bordes orientales de la Hoja, zona donde da origen a un gran manchón de rocas de grano gordo, muy cuarzo, y en ocasiones típicamente porfiroide, destacando los gruesos cristales de feldespato, batolito granítico que ha metamorfozeado muy intensamente al pizarral siluriano y cambriano de estos parajes y ha convertido a las calizas cambrianas en masas marmóreas típicas. Más hacia el Sur y Sudoeste es muy probable que las masas graníticas estén sustituidas por terrenos de facies estrato-cristalino, formación que forma el subsuelo profundo a lo largo del Guadiana a partir ya de Badajoz y hacia el Oeste.

En esta Hoja de Gallina no se presentan más que accidentalmente otros materiales eruptivos, materiales que son mucho más frecuentes hacia las zonas septentrionales, ya en los límites de ésta con la de Alburquerque. Se trata de rocas básicas, granudas, de tipo fundamentalmente gábrico, y que se amoldan más o menos a las pizarras devonianas, pero dando origen siempre a masas filonianas intrusivas, de no gran anchura, pero sí de relativa gran corrida y frecuentes, lo que pudiera hacer parecer el destrozarse tales apuntamientos y cubrirse en general el suelo con sus materiales que los manchones son de mucha mayor extensión, lo que no es cierto en estas zonas, donde hemos observado el fenómeno con muy sobrado detenimiento.

Tal problema se ofrece sumamente típico y claro en el estrecho de la Herradura, formado por el Gévora en los materiales devonianos y cuarcitas silurianas al sur y en las inmediaciones de la ermita de Carrión, que queda en el dominio de la Hoja de Alburquerque. Los materiales gábricos, aquí, dan origen a masas de formas muy irregulares y diques, que a veces se interstratifican entre las pizarras del devoniano, lo que ha hecho que en estos parajes todas las rocas sedimentarias aparezcan intensamente metamorfozadas.

Salvada la zona de contacto entre las dos Hojas, tales manifestaciones eruptivas cesan. Así, pues, se localizan en una banda de terreno estrecha, que viene casi de Este a Oeste, marcando el sinclinal, más acentuado en estos parajes, pero fuera, en realidad, de la Hoja que describimos.

Así, pues, estamos en estas zonas paleozoicas en presencia de una comarca típicamente variscica o hercínica, que descansa sobre un extenso batolito granítico que muy amplio aflora hacia el Norte por los campos de Alburquerque y que bajo la Hoja de Gallina no está muy profundo, dando origen a un pequeño manchón, cortado por el Zapatón en el borde oriental del mapa. Más hacia el Sur, este paleozoico, apenillanurizado y algo rejuvenecido por la acción erosiva de una moderna red fluvial, queda cubierto fundamentalmente por el oligoceno arcósico.

El país es todo él casi exclusivamente agropecuario. Alcanzan las dehesas de pastos y arbolado gran extensión, pero poco a poco los campos van cultivándose, adquiriendo gran desarrollo las tierras cerealísticas y las ocupadas por plantío de olivares, que son en esta zona de relativa poca edad. A lo largo de los valles se inician los regadíos aprovechando aguas profundas almacenadas en las arcosas, y que son afloradas mediante potentes motores, que suministran así relativos grandes caudales, como sucede a lo largo del Gévora, y en especial en los arroyos que corren a través de la llanura.

Los resultados del estudio de esta Hoja no pueden ser más fructíferos, pues en realidad ha cambiado profundamente el aspecto de estos campos desde el punto de vista geológico, pues el gran dominio del cuaternario ha desaparecido, quedando en su mayor parte representado por el oligoceno. El resto del país aparece constituido por el Paleozoico inferior, integrado por el cambriano, siluriano y devoniano, que ofrecen distribución y litología muy variada, lo que hace que el aspecto de la Hoja ahora sea muy diferente del que ofrecía el espacio correspondiente del antiguo mapa a escala 1:400.000, que queda así en estos lugares muy modificado, según se aprecia en los esquemas adjuntos.

I. ROSO LUNA y F. H.-PACHECO.

Hoja núm. 820. Onteniente (Valencia-Alicante).

El estudio de la hoja de Onteniente se ha realizado en la primavera y verano de 1953.

Se trata de una región de notable complicación geográfica y tectónica, por lo que ha sido preciso recorrerla con minuciosidad.

Han servido de notable apoyo para este trabajo los estudios publicados con anterioridad por otros autores, y especialmente los de Nioklés, Fallot, Brinkmann y Darder Pericás.

En el primer capítulo de la Memoria descriptiva de esta Hoja se citan dichos trabajos, y posteriormente se realiza un bosquejo de la Estratigrafía y Tectónica de la zona.

El capítulo siguiente está dedicado a la descripción geográfica. Se encuentran tres alineaciones montañosas, orientadas de Sudoeste a Nordeste, y constituidas por la Sierra Grossa, Sierras de Benejama, Onteniente, Agullent y Sierras de Biar y Mariola. Estas alineaciones están separadas por los valles de Onteniente y Bogairente.

Los ríos son de escaso e irregular caudal. Únicamente deben citarse el Clariano, que riega la vega de Onteniente, y el Vinalopó, en el sur de la Hoja.

El núcleo de población más importante es Onteniente, de gran riqueza agrícola y notable actividad industrial. Los demás pueblos (Fontanars, Bogairente, Bañeres, Benejama, etc.) son aldeas agrícolas de mayor o menor importancia.

La región está bien comunicada, especialmente en los valles. La atraviesan dos ferrocarriles y varias carreteras locales y comarcales, aunque el estado de conservación de éstas era, cuando las visitamos, bastante defectuoso. El país está bien cultivado en los valles; las zonas montañosas están ocupadas por extensos pinares.

El clima es seco, frío en invierno y caluroso en verano. La aguda escasez de agua perjudica los cultivos y dificulta el abastecimiento de las poblaciones.

Se dedica un apartado de este capítulo a la espeleología. Se citan profusión de cavernas y simas y se propone la exploración de algunas de ellas.

Por último, se publican unas notas sobre las investigaciones prehistóricas de esta región, pródiga en hallazgos interesantes.

En la Estratigrafía se estudia primeramente el Cretáceo, del que se describen manchas neocimienenses, barremienses y aptenses.

Se encuentra también Cretáceo medio (Cenomanense-Turonense), poco fosilífero; pero la mayor parte de los afloramientos cretáceos de la Hoja lo son de Senonense. En diversos parajes, donde las calizas Senonenses son ricas en fósiles, se han podido distinguir los tramos Coniacense, Santonense y Campanense.

El Terciario está representado por manchas del Paleógeno y Neógeno, si bien son mucho más extensas estas últimas.

El Eoceno aflora en el extremo sudeste de la Hoja. Adosadas al borde norte de la Sierra de Agullent hay dos pequeñas manchas oligocenas. Las formaciones miocenas ocupan casi la totalidad de los valles de la zona. Están constituidas principalmente por Burdigaliense margoso, llamado en el país Tap. Sobre el Tap, y discordante con él, se encuentra en algunos parajes una molasa fosilífera helveciense.

En la parte occidental de la Hoja cubren el Tap depósitos continentales del Mioceno superior.

Las formaciones cuaternarias son de poca potencia, pero de notable extensión.

La tectónica de la Hoja es muy variada. Se encuentran de Sur a Norte los siguientes accidentes:

- 1.º Anticlinal de Campo de Mirra.
- 2.º Anticlinales volcados hacia el norte de las Sierras de Biar y Mariola.
- 3.º Anticlinal volcado hacia el norte de la Sierra de Agullent.
- 4.º Sinclinal del valle de Onteniente.
- 5.º Corrimiento de «Los Cabezos de los Alhorines».
- 6.º Anticlinal de la Sierra Grossa.

Existen además diversos sistemas de fallas, que se describen en el lugar correspondiente.

En la Tectónica regional se encuentran tres tipos diferentes de formaciones:

- 1.º Tectónica celtibérica, típicamente germana, al Norte.
 - 2.º Formaciones epicontinentales, pero afectadas por los empujes de los pliegues de geosinclinal, en el centro.
 - 3.º Formaciones de geosinclinal, con tectónica bética, al Sur.
- La Hoja que estudiamos está situada entre las dos últimas regiones.

Se estudia también en este capítulo la evolución geológica de las formaciones que ocupan el país, y se hace al final una síntesis orogénica.

Un capítulo entero se dedica a la crítica de las publicaciones anteriores. Se estudian especialmente las de Nicklés, Brinkmann y Darder Pericás, y se publica una serie de croquis en que se comparan los diferentes mapas estratigráficos publicados sobre el país.

En el capítulo de aguas subterráneas se estudia la diferente permeabilidad de las formaciones que ocupan la región y se enumeran las labores de captación que se han realizado.

Finalmente, se publica un cuadro de los manantiales y alumbramientos más importantes.

La minería tiene en la zona muy poco interés. No existen explotaciones mineras, y únicamente hay algunas canteras destinadas a satisfacer las necesidades locales. La más importante es la que abastece la fábrica de cementos recientemente inaugurada en Onteniente.

E. DUPUY DE LOME.

Hoja núm. 275. Santa María del Campo (Burgos-Palencia).

La Hoja de Santa María del Campo, núm. 275 del mapa topográfico nacional a escala 1:50000, corresponde parte a la provincia de Burgos y parte a la de Palencia, y queda comprendida entre los

meridianos 0° 10' y 0° 30' y entre los paralelos 41° 40' y 41° 50'. El terreno comprendido en ella pertenece a la Meseta de Castilla la Vieja cerca de su borde por el Norte, y está dentro de la cuenca del Duero. Toda ella está ocupada por terrenos modernos, terciario superior y bandas largas y estrechas de formaciones cuaternarias aluviales recientes a lo largo de los cursos de los ríos, principalmente del Arlanzón y del Arlanza.

No había sido objeto de estudios geológicos el terreno que abarca esta Hoja, y no he encontrado ningún trabajo en que se haga referencia a él, e incluso pertenece a dos provincias de las cuales no hizo Memoria o reseña geológica la Comisión del Mapa Geológico de España. Por ello he tenido que servirme para dibujarla y para escribir su Memoria explicativa exclusivamente de los datos obtenidos de mi propia observación durante los trabajos de campo para su formación y de los conocimientos adquiridos sobre los terrenos que la integran durante varios años de investigación en el Mioceno de la cuenca del Duero. El estudio que de terrenos análogos y en sitios próximos han hecho otros geólogos anteriormente, sobre todo los del Mioceno de Palencia, me han servido para la comparación con los encontrados por mí en esta Hoja.

Su clima es frío y seco, con lluvias más abundantes en invierno. La media de enero es de unos 12° y la de julio de 20°, pero las extremas llegan a 10° y 36°. La lluvia media, de unos 650 mm. La Hoja está poco poblada: el pueblo mayor tiene 1.340 habitantes, pero de los dieciocho poblados que se encuentran en ella sólo tres pasan de los 1.000 habitantes, siete tienen menos de 1.000 y más de 500 y ocho no llegan a los 500. Pero algunos de estos pueblos han tenido mucha más importancia en siglos pasados que en la actualidad, a juzgar por sus monumentos arquitectónicos y por los señores que vivieron en ellos. No tienen ni industria ni minería, y su principal riqueza es la agrícola, sobre todo la de cereales.

El terciario superior, que ocupa casi toda la Hoja, corresponde al mioceno superior, al clásico de la cuenca del Duero. En la parte occidental y centro es idéntico al mioceno de Palencia en la comarca de los valles de Cerrato, y en la oriental es igual al de las Hojas de Lerma, Cilleruelo de Abajo y Roa, ya publicadas.

Consta de una serie detrítica inferior, atribuida al *tortoniense*, con arcillas, areniscas y pudingas silíceas menudas; una serie arcillosa-margosa caliza en la parte al Este del meridiano de Santa María del Campo y arcilloso-margosa-yesífera-caliza en todo el terreno al Oeste del meridiano de Santa María del Campo, de edad *sarmatiense*, la formación más potente, con más de 100 metros, y una superior formada por bancos de caliza de los páramos, indiscutiblemente pontiense.

En el fondo de los valles y barrancos cubre a este mioceno la

formación aluvial dejada por ríos y arroyos, que ocupa regular extensión solamente en los valles del Arlanzón y del Arlanza.

El yeso es el único mineral explotable que hay en ella.

M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA.

Hoja núm. 788. El Bonillo (Albacete-Ciudad Real).

La Hoja El Bonillo se encuentra en el límite occidental de la provincia de Albacete, correspondiendo ya su borde sudoeste a la de Ciudad Real.

Geográficamente corresponde en su casi totalidad a la región conocida por «El Campo de Montiel», de tan acusada significación en nuestra Historia y literatura.

Se trata de una zona de altitud bastante elevada (la media oscila alrededor de los 1.000 metros), y ocupada en su mayor parte por extensos páramos pedregosos, en los que únicamente existen monte bajo y restos de antiguos bosques. Es digna de notarse la ausencia de accidentes geográficos, hasta el punto de que en zonas de más de 100 km² las altitudes máximas relativas no llegan a alcanzar los 30 metros.

En la parte oeste de la Hoja están enclavadas las famosas lagunas de Ruidera. Son éstas quince en número, y se conocen, siguiendo el sentido de la circulación del agua, con los nombres de Blanca, Tomella, Concejo, Tinaja, San Pedro, Redondilla, Lengua, Salvadora, Morcillo, Batana, Colgada, Del Rey, Cueva de la Morénilla, Coladilla y Cenegal. Las doce primeras forman el grupo de las «lagunas altas» y las tres últimas el de las bajas. Sólo corresponden a la Hoja de El Bonillo desde la Blanca a la Lengua, inclusive, pero tratándose de una unidad geográfica, en la Memoria correspondiente han sido descritas todas, si bien sea sólo brevemente.

En cuanto a la hidrografía de la Hoja, sólo pueden considerarse como verdaderos ríos, entre los cursos de agua que la atraviesan, el Alarconcillo y el río de la Pinilla. Este último pierde gran parte de su caudal al atravesar las agrietadas carniolas, y reaparece más adelante en los lugares denominados «Pozo de la Vieja» y «Nacimiento del Ponzón», y que son considerados por muchos como el verdadero origen del Guadiana.

El clima de la región es continental, con inviernos fríos y veranos cortos y calurosos. La pluviosidad media es de unos 400 mm. Los cultivos se limitan a cereales, especialmente trigo y cebada; viñas, en las zonas de suelo más fértil, y algunas huertas en el

valle del Alarconcillo y región de las lagunas. En estos últimos años ha adquirido gran desarrollo el cultivo de la remolacha.

Hemos llamado la atención sobre la importancia que en el país tiene la caza menor, hasta el punto que llega a constituir una de las más importantes fuentes de ingresos.

Los dos únicos centros de población, El Bonillo y Ossa de Montiel, son exclusivamente aldeas de labradores. Así como la población de El Bonillo permanece estacionaria, la de Ossa de Montiel ha crecido rápidamente en estos últimos años.

Las vías de comunicación son muy sencillas en un país de orografía tan poco complicada, y si bien no existe una sola carretera de primero o segundo orden, existen multitud de caminos vecinales, que ponen en contacto todos los centros habitados y permiten el acceso a la mayor parte de los puntos de la Hoja.

Los capítulos siguientes de la Memoria descriptiva de la Hoja de El Bonillo están ya dedicados únicamente a la Geología de la zona.

En la descripción estratigráfica se hace notar que se han encontrado formaciones paleozoicas, triásicas, liásicas, neógenas y cuaternarias.

Las primeras están representadas por un afloramiento de cuarcitas silurianas próximo a la laguna de San Pedro.

En la serie triásica se distinguen dos pisos, uno inferior, de margas abigarradas, salinas y yesíferas, y otro superior, de calizas dolomíticas y carniolas, ocupando este último la mayor parte de la superficie de la Hoja. Como se trata de formaciones completamente azoicas, ha dado lugar su situación estratigráfica a interpretaciones diversas.

Para nosotros, según los argumentos que exponemos en la citada Memoria, corresponden al Keuper las margas abigarradas, y al supra-Keuper la formación caliza superior.

El extremo nordeste de la Hoja está ocupado por una formación alternada de margas blanquecinas y calizas tableadas margosas. Se han encontrado en ella pequeños restos fósiles inclasificables, pero su analogía con formaciones semejantes y fosilíferas de las hojas limítrofes nos permite situarla en el Lías.

Al sur de Ossa de Montiel hemos descubierto una manchita muy fosilífera de Mioceno Continental, concretamente Ponticense.

En el norte y nordeste de la Hoja hay dos grandes plataformas de cantos rodados de cuarcita. Siguiendo el criterio sostenido en el estudio de zonas contiguas, y que justificamos en el lugar oportuno de la Memoria, hemos atribuido a estas plataformas edad pliocena.

Por último, el cuaternario se presenta en sus dos sistemas: el Diluvial, que da origen a las más fértiles tierras de labor, y el

Aluvial, que ocupa el fondo de los arroyos y da origen a las barreras tobáceas que separan entre sí las distintas lagunas.

En el capítulo dedicado a Tectónica hacemos primero un bosquejo general de Tectónica regional, y consideramos los dos principales elementos tectónicos de la Hoja: el substrato paleozoico, plegado, y las formaciones secundarias y terciarias, subhorizontales.

A continuación nos ocupamos de tres problemas tectónicos interesantes, que son: la explicación del origen de las suaves ondulaciones que presentan las carniolas, la peculiar disposición en cúpula de la mancha miocena de Ossa de Montiel y las causas y formación de la depresión longitudinal ocupada por las lagunas de Ruidera.

Finalmente, se hace un estudio comparado de las plataformas de cantos rodados que se encuentran en la Hoja y las que existen en regiones próximas, al sur y oeste de Albacete.

Basándose en las conclusiones deducidas de estas observaciones de Tectónica se hace un bosquejo de la evolución geológica del país y un breve estudio de orogenia, que en esta región tiene escasa importancia.

El capítulo VI está dedicado a la crítica de antecedentes geológicos, y se comparan en él las diferentes interpretaciones que ha sufrido la Estratigrafía local, originadas, como ya hemos dicho, por el carácter azoico de la mayor parte de las formaciones que ocupan el país.

En el último capítulo se describen las explotaciones de minería y canteras.

No existe una sola explotación minera y sí únicamente unas antiguas labores de investigación de mineral de hierro de baja ley. Las canteras y algunas yeseras están dedicadas únicamente a satisfacer las necesidades locales.

Mayor importancia tiene la explotación, muy antigua, de unas salinas situadas en el extremo sur de la Hoja.

E. DUPUY DE LOME.

Hoja núm. 347. Peñaranda de Duero (Burgos-Soria).

La Hoja de Peñaranda de Duero, núm. 347 del mapa topográfico nacional, a escala 1:50000, queda comprendida entre los meridianos 0° 10' y 0° 30' y los paralelos 41° 40' y 41° 50'. La atraviesan las carreteras de Aranda de Duero a Salas de los Infantes por Huerta del Rey, la de Peñaranda a San Leonardo, la de la Vid a Santo Domingo de Silos. Pertenece a las provincias de Burgos a Soria.

Los trabajos de campo, para su formación, han permitido mo-

dificar mucho algunos de los terrenos señalados en los mapas geológicos nacionales a escala 1:50000 y 1:1000000 y rectificar muchos datos de los publicados anteriormente sobre la Geología del terreno que abarca.

Se ha escrito muy poco sobre la Geología del terreno que comprende esta Hoja. De la parte que corresponde a la provincia de Burgos no conozco ningún trabajo que se refiera a su Geología; de la correspondiente a la provincia de Soria, algo se dice en la Memoria de Larrazet, y más en la de don Pedro Palacios: «Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria». Pero aun en ésta es tan poco lo que se refiere a esta Hoja que se reduce a citas ligeras o mención escueta de ciertos terrenos en algún pueblo, por lo que para escribir la Memoria explicativa me he tenido que servir exclusivamente de los datos de mi propia observación durante los trabajos de campo.

Don Pedro Palacios, así en el mapa como en la Memoria, no señala ni cita en esta Hoja más que el cretácico superior; incluye en esta mancha sólo el piso cenomanense, y a él atribuye el nivel detrítico inferior, arenoso silíceo, el medio margoso y el superior calizo; en la obra de Larrazet, aunque no afecta a ningún pueblo de esta Hoja, sí a sitios muy próximos, se distinguen en el cretácico tres niveles claros. Yo he comprobado la exactitud de Larrazet, saliendo un poco de la Hoja, y he visto además que el cretácico, aquí, como en las hojas anteriores de Fuentelcésped, Cilleruelo de Abajo y de Lerma, está formado por una serie detrítica, constituida por arcillas arenosas rojizas y viosas en la base, arenas multitudes y pudingas y arenas sueltas y guijos cuarcíticos en la parte superior, que corresponde al albense; pero aquí este albense tiene la novedad de llevar intercaladas capas de una pudinga caliza, con cantos de caliza de variada coloración y cemento calizo-arcilloso ferruginoso, también de variada coloración, que es capaz de buen pulimento, y constituye una hermosa piedra o mármol, que se conoce de antiguo con el nombre de piedra de Espejón, mármol de Espejón y aun impropriamente «jaspe de Espejón». Sobre esta serie detrítica albense descansa una delgada capa, que es realmente cenomanense, y, encima, potentes bancos turonenses, y probablemente senonenses, en su parte más alta. En el mapa a escala 1:400000 toda la mancha cretácica de la Hoja figura como cretácico superior.

Otra novedad importante es el haber reconocido una extensión importante de terreno eoceno; en el mapa 1:400000 figura una pequeñísima manchita al norte de La Hinojosa; yo he podido reconocer que en el borde sur de la mancha cretácica, y en toda su longitud, aparece cubierto el cretácico superior por una serie detrítica de brechas, pudingas, areniscas y calizas concordantes con las calizas cretácicas. Que sobre éstas, con ligera discordancia an-

gular, descansan unas pudingas de cantos calizos, primero poco redondeados y después bien rodados, empastados por sustancia calizomargosa muy consistente, que quedan cubiertos por arenas y guijos, resultado de la erosión de areniscas y pudingas silíceas, serie que queda soterrada bajo el mioceno horizontal. Conforme con la atribución al eoceno de las capas del norte de La Hinojosa y con lo que he escrito de otras formaciones idénticas en las explicaciones de las Hojas de Cilleruelo y de Lerma he señalado como eocénicas las capas de brechas areniscas y arcillas muy inclinadas, concordantes con las cretácicas y como oligocénicas o miocenas pretortonienenses, muy probablemente aquitanienses, las pudingas calizas y silíceas y areniscas, menos inclinadas, discordantes con las anteriores y con el mioceno horizontal. Aparece, pues, en la nueva Hoja una extensa mancha de terciario inferior, que en el antiguo figuraba como mioceno y como diluvial.

En la parte sudeste de la Hoja hay una extensa superficie cubierta por arenas y guijos, de tonos rojizos, que proceden de la desgregación de areniscas tiernas y pudingas silíceas, que están sobre arcillas o margas sarmatienses, que Palacios las considera diluviales, y como tales figuran en el mapa a escala 1:400000; en la nueva Hoja las consideramos como pontienses o pliocenos, pero no es admisible su edad diluvial. En otras hojas anteriores ya he discutido la edad de grandes extensiones de guijos, que unas veces son del terciario inferior y otras del mioceno superior o plioceno (Hojas de Aranda de Duero, Fuentelcésped, Lerma).

Expuestas brevemente las principales novedades de la Memoria y Hoja de Peñaranda, haré un resumen de la Geología de esta Hoja.

Los elementos geográficos del terreno que comprende son: la Sierra, los páramos, las laderas y los valles. Ocupa la primera el ángulo nordeste y zona en que afloran las formaciones mesozoicas, cretácicas y las del terciario inferior, que se extiende mucho más al Oeste y al Sur; el resto corresponde al mioceno, excepto en los fondos de los valles, que se depositan materiales aluviales.

La Sierra, que se extiende mucho al Norte fuera de la Hoja, forma parte de la gran mancha mesozoica de las provincias de Burgos, Logroño y Soria, en torno al paleozoico de la Sierra de la Demanda. La parte que corresponde a esta Hoja está integrada exclusivamente por calizas y margas del cretácico superior y areniscas, pudingas, arenas y guijos del albense, siendo en ella donde se alcanzan las mayores altitudes. Forma una alineación montañosa de poca altitud (1.285 la máxima), que se estrecha al Oeste, hasta terminar en punta muy cerca de Huerta del Rey. Su dirección media es de Noroeste a Sudeste. La superficie es muy áspera, con poca vegetación, de suelo pedregoso. El macizo calizo aparece cortado por una serie de barrancos, que a veces forman angostas y profundas gargantas.

Al sur de la Sierra, y ocupando en la Hoja más extensión que ella, desde el borde sur del cretácico hasta alcanzar el mioceno, se extiende un terreno rojizo arcilloso, con cantos, arenoso o guijarroso, correspondiente al terciario inferior, con topografía suave, ondulada. Esta formación consta de dos pisos, uno brechoide, de brechas calizas, con cemento calizoarcilloso rojizo, concordante con el cretácico y depositado encima de las calizas del cretácico superior, sobre las que descansan areniscas, pudingas silíceas y arcillas, también rojizas, bastante inclinadas, con buzamientos hasta más de 40°, que atribuyo al eoceno, sin poder fijar piso por carecer de fósiles, y otro de pudingas con cantos calizos, ordinariamente de bastante tamaño, con cemento margoso muy consistente, francamente discordantes con las brechas y de menos inclinación, que poco a poco, a medida que se alejan del borde cretácico, se van cargando de guijos silíceos, hasta formarse sobre ellas capas de areniscas y pudingas silíceas. A estos materiales les he considerado como oligocenos o aquitanienses.

El resto de la Hoja está ocupado por el mioceno, excepto las estrechas bandas aluviales que forman el fondo de los valles. Este mioceno es completamente horizontal, y consta de los tres términos clásicos en el mioceno de la cuenca del Duero en Castilla la Vieja. El mioceno consta aquí de tres términos: uno de facies detrítica, el inferior, compuesto de arcillas, areniscas, pudingas y rara vez margas o hiladas de calizas, que se atribuye al tortoniense; otro, el medio, integrado por arcillas más o menos calcáreas, rojas al principio, que se deshacen en nódulos irregulares, semejantes a las almendras garapiñadas, que pasan a margas grisés y blancas y después a calizas, que forman los páramos inferiores hasta los 960 metros de altitud, que se consideran como de edad sarmatiense, y finalmente, una serie caliza, en bancos de espesor variable, según la altitud del páramo, entre dos y 60 metros, atribuidas al pontiense. Pero en algunos sitios, y ocupando gran extensión hacia el Sudeste, sustituyen en el páramo y a la misma altitud a las calizas pontienses, capas de areniscas y pudingas silíceas, que se deshacen, formando extensos guijares encima de las margas y calizas sarmatienses, formación que se ha considerado antes como diluvial, pero que indudablemente es terciaria, pontiense o pliocena.

El cuaternario tiene muy poca importancia. Sólo el fondo de los valles está ocupado por una formación aluvial reciente, de poca anchura y espesor, formada por arcillas más o menos arenosas, arcillas calcáreas, limos finos arenosoarcillosos y arcillocalcáreos blancos, grises, más o menos oscuros y hasta casi negros, que pasan a turba en el valle del Arandilla, entre Huerta del Rey y Quintanarraya.

La tectónica es muy sencilla; la mayor parte de la Hoja está ocupada por formaciones que no han experimentado acción visible de las fuerzas orogénicas, y la parte que consta de terrenos movidos no tiene gran complicación, correspondiendo a una región de plegamiento con fractura, con repliegues y bruscos cambios de buzamiento en pequeños espacios. La banda de caliza entre Huerta del Rey y Espeja corresponde a un pequeño anticlinal, de borde muy inclinado, con vergencia Sur, que termina en forma de flexión, rota por una falla, que ha hundido el flanco sur, mientras que entre Espeja, Orillares y la terminación de Fuencaliente se ha conservado. Al norte de la banda caliza, frente a Espejón, se ve descansar anormalmente sobre las calizas turonenses las margas cenomanenses, y sobre éste el albense, debido a una inversión. Se trata, pues, de un pliegue fuertemente inclinado survergente, del que ha desaparecido por erosión completamente la capa caliza externa. La falla, al norte de La Hinojosa, la llamaremos «falla de La Hinojosa».

En esta zona se ve claramente que ha habido dos fases de plegamiento, una que afectó a todo el cretácico y primeros niveles del terciario inferior, seguramente en el oligoceno inferior—fase pirenaica—, y otra que afectó a los niveles superiores, que debieron plegarlos durante el oligoceno superior—fase sálica—o entre el burdigaliense y el helveciense—fase estairica.

M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA

Hoja núm. 787. Alhambra (Ciudad Real).

Esta Hoja, estudiada y redactada por el Ingeniero de este Instituto, don Juan A. Kindelán, está situada en la provincia de Ciudad Real, al este de la de Manzanares, comprendiendo hasta las lagunas de Ruidera y parte de los Campos de Montiel.

El autor señala en el ángulo sudoeste, en las Sierras de Alhambra y el Cristo, cuarcitas y pizarras cuarcitosas del Arenigiense.

El resto de la Hoja, excepto algunos reducidos depósitos cuaternarios, está constituido por el Triás, dentro del cual se determinan dos horizontes: el interior, formado por areniscas oscuras en general, pero muy veteadas, que se apoyan sobre yesos sacarios, apenas visibles éstos superficialmente; areniscas que lo incluyen en el Buntsandstein, y el superior, formado por calizas, grumosas en la base y tabulares en su mayor parte, que lo sitúan en el Muschelkalk.

Hasta ahora estas formaciones triásicas se habían considerado como Keuper, suponiendo las calizas como carniolas de tránsito al

Lías. El autor niega la existencia del Keuper, razonando su opinión de admitir solamente los tramos inferiores del Triás.

Analiza la confusión que ha existido sobre el particular, que se explica por las siguientes circunstancias: que los afloramientos del horizonte subyacentes a las calizas no afloran en los parajes estudiados, o se encuentran recubiertos o enmascarados por tierras de labor, siendo difícil su estudio; que en la base, cuando la erosión ha avanzado suficientemente, aparecen los yesos recubiertos por arcillas oscuras, algo calcáreas, que pueden confundirse con el Keuper. Pero, como ya se comprobó en las Hojas de Alcázar y Campo de Criptana, son las areniscas las que se apoyan en los yesos, siendo sustituidas lateralmente por arcillas al avanzar más la erosión, procediendo estas arcillas de depósitos modernos en régimen lagunar.

Las circunstancias erosivas que presenta la Hoja desde Alhambra-Carrizosa y en el valle del río Cañamares permiten estudiar ampliamente y con detalle todo el horizonte subcalcáreo, comprobando que está constituido totalmente por areniscas, sin que se observen margas. Ello lleva a la clasificación que propone el autor.

Desde el punto de vista tectónico, sólo se admiten los empujes hercínicos que movieron y levantaron el Siluriano. No parece hayan llegado a la zona los kiméricos y alpidicos, sirviendo el Triás de «horst» a los últimos.

Hoja núm. 865. Orgaz (Toledo).

Esta Hoja, perteneciente casi toda ella a la provincia de Toledo, alcanza la de Ciudad Real en su ángulo sudoeste, y ha sido realizada por el Ingeniero de Minas don Juan A. Kindelán.

Describe el autor una amplia llanura en la zona norte de la Hoja, constituida por formaciones graníticas, muy arrasada, ya que los granitos se presentan sólo en bolos y afloramientos aislados, sin formar elevaciones. Aprecia en el subsuelo una primera zona de granitos descompuestos, y más abajo compactos.

La formación granítica de esta zona septentrional está recubierta en distintos parajes por manchas cuaternarias.

En el centro de la Hoja, cruzándola de Este a Oeste, se encuentran las Sierras del Castañar y de los Yébenes, en donde se señalan principalmente cuarcitas del Ordoviense inferior (Arenigiense), habiendo encontrado en ellas algunos ejemplares de «Vexillum halli» y «Cruciana goldfusi», que sitúan los horizontes en la parte más alta del Arenigiense. Algunas pizarras que comienzan a aparecer en la zona más alta confirman esta idea.

Al sur de las sierras se extiende el valle del Algodor y el Mi-

lagro, muy enmascarados por derrubios y depósitos modernos. En él se señalan hacia Levante pizarras cambrianas muy trituradas y levantadas, y en la zona del Milagro, hacia el Sudoeste, por el arroyo Acebrón, se presentan pizarras del Ordoviriense medio con una forma característica, descrita por Malladas (L.) y Dupuy de Lone (E.).

En el límite meridional comienzan a levantarse las laderas de la alineación de las Guadalerzas, ya fuera de la Hoja, con cuarcitas ordovicienses.

Desde el punto de vista tectónico, se señalan ondulaciones a lo largo de las sierras, en dirección Este-Oeste, con una notoria concavidad hacia el Norte, y en el valle del Milagro y Algodor un pliegue anticlinal muy cerrado de la misma dirección.

Se admite que estos accidentes son hercinianos, pero en dos fases: la primera, de dirección francamente hercínica, que produjo el levantamiento general, y la segunda, después de haberse individualizado las sierras por el arramamiento de las cuarcitas, con efecto de alabeo hacia el Norte, en proyección horizontal, atribuyéndose esta fase a los empujes de extinción herciniana.

No se señalan depósitos superiores a los ordovicienses hasta los cuaternarios. En éstos se determinan varios horizontes litológicos, señalando el autor las dificultades que se encuentran para su situación estratigráfica, inclinándose a clasificarlos como aluviales, aun los que por tradición se han venido considerando en el Diluvial. No obstante, y para evitar desorientaciones, se conservan las llamadas «rañas» en el Diluvial.

Hoja núm. 209. Agüero (Huesca).

Muy interesante desde el punto de vista geológico es el estudio de esta Hoja, en la que se encuentra una importante porción de la Cordillera Central de Huesca, con la bella Hoz del Gállego, los famosísimos Mallos de Riglos y los menos conocidos, pero también muy notables, Mallos de Agüero, lugares en donde se pone bien de manifiesto la estructura de esta cadena montañosa y la edad intra-oligocena de los plegamientos principales que la afectan.

El texto que comentamos dedica sus dos primeros capítulos a reseñar brevemente las obras anteriores que se han ocupado de la zona desde el punto de vista geológico, entre las que son las más importantes, por su orden cronológico, las de Mallada, Dalloni y Selzer, y a continuación esboza las características más salientes en cuanto a geología y geografía física y humana, a fin de dar una versión esquemática de la Hoja.

Los dos capítulos siguientes se dedican a describir con detalle la estratigrafía y tectónica, muy interesantes por varios conceptos.

En efecto, la formación más antigua que aflora es el Triásico, con margas yesíferas calizas y carniolas, sobre el que descansa en aparente concordancia un Cretáceo superior calizo-arenoso, rematado por un garumnense fosilífero, con ausencia de todo el Jurásico Eocretáceo e incluso parte del Neocretáceo. Sobre el Cretáceo, y ya en sedimentación continua, descansa la serie eocena oligocena calizo-margosa y marina hasta el Bartonense, y margo-arenosa, lacustre y muy potente a partir del Ludense, con importantes episodios de conglomerados, que dan lugar a los magníficos Mallos de Riglos y Agüero.

Desde el punto de vista tectónico, existe un pliegue en Rasal, orientado Norte-Sur, ligeramente anterior a los accidentes restantes, último y más occidental de un sistema que se extiende hacia el Este hasta más allá del Río Cinca, y el conjunto de pliegues de orientación pirenaica y edad intraoligocena, de los que el más importante es el complejo anticlinal que constituye la Sierra, y que no requiere una extensa explicación, porque al texto acompaña una completa serie de cortes geológicos que desentrañan la estructura de este accidente.

Como pliegues menos violentos, pero relacionados tectónicamente con el citado, aparecen más al Norte el anticlinal oligoceno de Botaya, que cruza la Hoja de Este a Oeste, y el de Yebra de Basa, de núcleo Eoceno, que entra momentáneamente en nuestra Hoja por el ángulo Nordeste.

En capítulo aparte se exponen las características hidrológicas de la Hoja, de abundantes y a veces caudalosas fuentes en la zona de la Cordillera, debido a la violencia de los pliegues y a la alternancia de tres niveles impermeables, constituidos por las margas del Keuper, arcillas rutilantes del Garumnense y margas del Eoceno, con otros más permeables, como son las calizas cretáceas y eocenas y las areniscas ludenses y oligocenas.

Dentro de estos dos últimos terrenos los manantiales son menos frecuentes y caudalosos, pues la alternancia de bancos poco potentes de areniscas, entre las margas, no permite una abundante infiltración.

Por el contrario, es la zona tal vez más interesante desde el punto de vista hidrológico, pues contiene dos sinclinales muy regulares y extensos, en los que bajo el Ludense se encuentran las margas eocenas, muy impermeables, y luego la caliza eocena descansando sobre otro nivel impermeable. Así, pues, un sondeo profundo efectuado en el eje de alguno de estos sinclinales que alcanzara la caliza eocena es casi seguro que alumbraría agua en cantidad.

Termina la Memoria reseñada con una lista bibliográfica de las obras geológicas que se ocupan de esta región o de zonas contiguas con problemas análogos.

A. ALMELA-J. M. RÍOS

Hoja núm. 208. Uncastillo (Zaragoza).

Se termina con esta Hoja el estudio detallado de la Cordillera Central de Huesca, pues ya publicadas o en prensa las hojas números 249, Alquezar; 248, Apiés; 247, Ayerbe; 210, Yebra de Basa, y 209, Agüero, la presente contiene el extremo occidental de esta Cordillera, constituido por la Sierra de Santo Domingo, situada en el cuarto nordeste de la Hoja.

Está ocupada ésta en su mayor parte por el Oligoceno lacustre, de areniscas y margas, salvo unos lentejones de conglomerado que aparecen interestratificados en la zona de Biel.

Los terrenos infrayacentes afloran sólo en la zona de la Sierra de Santo Domingo, y están integrados por la siguiente serie: la base visible es el Keuper, con margas yesíferas y un nivel calizo de tipo Muschelkalk, pero que parece intercalado en el Keuper. Tras de un extensísimo hiato se encuentra, en aparente concordancia, el Neocretácico, con calizas y calizas arenosas maestrichtenses, y tal vez campanienses, y encima margas y arcillas rojas del Garumnense. Sin solución de continuidad se encuentra un Eoceno de calizas con Alveolina y Nummulites; encima, margas grises con bastante espesor, y, por último, el comienzo de la potentísima serie lacustre, que hemos separado del Oligoceno típico por existir algunas características diferenciales, refiriéndola todavía al Ludense.

La tectónica, aunque violenta, es, en sus líneas generales, sencilla. La Sierra de Santo Domingo es un agudo anticlinal, de flancos paralelos y con ligera vergencia al Sur, en el que aflora toda la serie que hemos enunciado. Más al Sur, en la ermita de Fuen-calderas, en el borde oriental de la Hoja, penetra momentáneamente un violento y estrujado pliegue sinclinal-anticlinal, integrado por la misma serie. Esta estructura prolonga otra más extensa de la inmediata Hoja de Agüero, y a su vez se continúa hacia el Oeste-Noroeste hasta el límite de la Hoja, en un sinclinal-anticlinal muy agudo, pero ya en capas oligocenas.

Al norte de la Sierra de Santo Domingo, tras un sinclinal oligoceno, se ve todavía un último anticlinal, que tiene un breve recorrido por la Hoja.

La mitad suroeste de ésta se dispone rápidamente en suave monoclinal, con buzamiento al Sur, y al fin quedan las capas oligocenas horizontales antes de salir de la Hoja.

El resto del texto se dedica a consideraciones generales sobre la geografía física y humana, al estudio de las escasas posibilidades de alumbramiento de aguas subterráneas y a la minería de la Hoja, consistente únicamente en las impregnaciones cupríferas de las areniscas oligocenas de Biel.

Se hace resaltar también la gran importancia que desde el punto de vista humano y nacional tiene esta Hoja, por haber visto la primera luz en uno de sus más modestos poblados, Petilla de Aragón, hace poco más de un siglo, uno de nuestros más preclaros hombres de ciencia: don Santiago Ramón y Cajal.

A. ALMELA-J. M. RÍOS

Hoja núm. 803. Almendralejo (Badajoz).

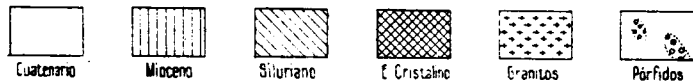
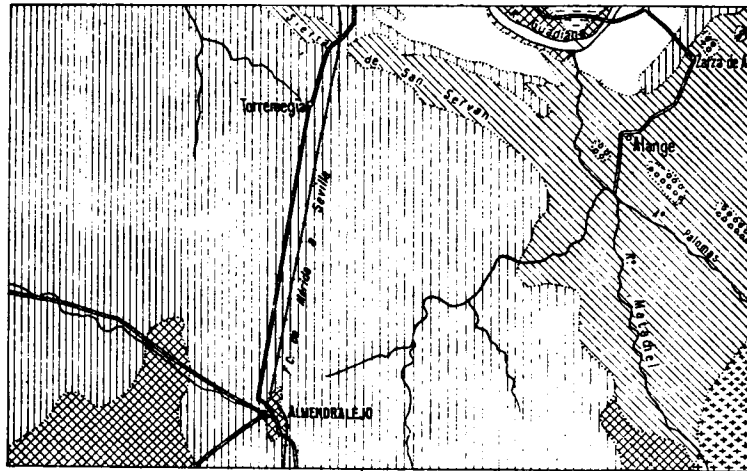
Aspectos muy diferentes y zonas de características geológicas muy diversas ofrecen los campos representados en esta Hoja geológica de Almendralejo. Fundamentalmente queda dividida en dos conjuntos. Uno se extiende hacia occidente, en el que domina en absoluto la llanura que da origen a la famosa Tierra de Barros, con la cubierta horizontal terciaria. El otro conjunto queda hacia oriente, estando en gran parte recorrido por la vallonada del Matachel y las de sus afluentes Palomas y Palomillas, y la de los arroyos Bonhabal y Valdemadet, pero ya en sus zonas bajas. En este país, quebrado en detalle y formado por el paleozoico inferior, en el que domina el extenso pizarral, destacan hacia el ángulo Noroeste un conjunto de ásperas serratas, siendo la alineación fundamental la denominada Sierra de Peñas Blancas, que culmina en su escarpada arista cuarcitosa a los 655 m. de altitud.

La llanura terciaria, miocena o pliocena en superficie da origen, como se ha indicado, a las llanas tierras de Barros, es típicamente estructural y queda constituida por una gran mesa de materiales arcilloso-arenosos, que soterran a extensa y uniforme penillanura, fraguada en el paleozoico inferior y en terreno de facies estrato cristalina que a veces aflora, dando siempre lugar a relieves muy aplastados, como ocurre por ejemplo al Suroeste y en las inmediaciones de Almendralejo y a lo largo y en ambas laderas del arroyo de Ornina, que corre hacia el Oeste en las zonas del ángulo sudoeste del Mapa.

El país más uniforme de la zona paleozoica situado al Este está constituido casi exclusivamente por extenso pizarral cambriano, que queda recorrido, cerca y a lo largo del valle del Matachel, por estrecha y muy alargada banda de calizas de la misma edad. Mas hacia el Nordeste, y en el país, quebrado de serratas y amplias vaguadas, el dominio es del siluriano, formado por bandas para-

lelas de cuarcitas y pizarras plegadas en amplios anticlinales y sinclinales, quedando a veces alojados en éstos restos del devoniano, en el que dominan pizarras arcillosas muy variadas, areniscas cuarcitosas y, en ocasiones, masas calizas de gran variedad, pero dando origen a manchas muy pequeñas, que no siempre es fácil localizar, conjunto paleozoico que antes de quedar oculto por el manto terciario hacia el Oeste queda limitado en largos trechos por estrecha banda de la formación de facies estrato-cristalina, cons-

HOJA GEOLÓGICA DE ALMENDRALEJO



Distribución de las formaciones geológicas en la Hoja Geológica de ALMENDRALEJO, según el mapa geológico a escala 1:400.000.

tituida por néis granitoides y micacitas, formación que ha de extenderse bajo el Terciario muy ampliamente hacia el Oeste.

Todo este conjunto está amplia y apretadamente replegado, sin que pueda señalarse en tal conjunto discordancias tectónicas que existen, pero que pasan desapercibidas, pues esta facies estrato cristalina está plegada por tectónica intrapeleoica existiendo, entre el siluriano y el devoniano discordancia, pero no francamente orogénica, sino por ausencia de depósito, pues falta todo el siluriano medio y superior.

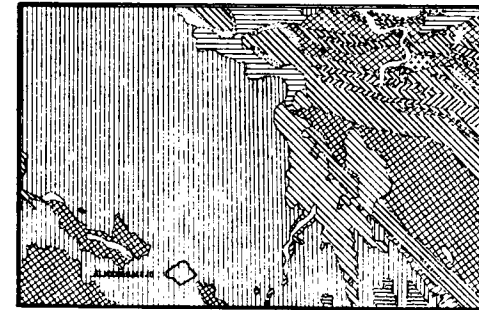
El arrumbamiento general de todo este conjunto es hacia el Noroeste, si bien existen en estas zonas variaciones y flexiones locales, así como verdaderos desenganches tectónicos, que hacen que

las corridas nos ofrezcas acentuados cambios en su dirección, pero que son de detalle dentro del rumbo que siguen las formaciones paleozoicas, que están marcados muy especialmente por las bandas de las resistentes y ásperas cuarcitas.

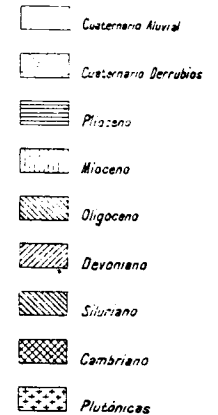
Grandes fallas longitudinales y otras secundarias, dirigidas hacia el Nordeste o Norte-Nordeste, fracturan al país, que viene así a ofrecer en amplios espacios una tectónica hasta cierto punto movida y compleja, que ha sido arrasada hasta sus más profundas raíces, siendo en realidad las diferentes serratas las corridas de los plegamientos representados por sus flancos, pues muy rara vez se han conservado las anticlinales y anticlinorios. Pues sólo en muy contados casos pueden ser reconocidos. Así, pues, estamos en presencia de una tectónica casi exclusivamente hercínica, que da en este

ESQUEMA DE LA HOJA N° 803

Escala 1:150.000



EXPLICACIÓN



país un acentuado y grandioso régimen isoclinal, que puede reconocerse incluso en detalle en las grandes manchas pizarrosas y que morfológicamente da origen al relieve denominado por Hernández-Pacheco (Eduardo) alineaciones Hespéridas, las que se ofrecen en estos parajes con todas sus más destacadas características.

Vergen en detalle los pliegues hacia los batolitos de rocas granudas, graníticas o dioríticas, que quedan a escasa profundidad, formando extenso basamante, que a veces aflora, como sucede cerca y al norte de Alange, en el campo denominado Los Arenales, en donde dioritas y granidioritas quedan en superficie. Esto explica el intenso metamorfismo que ha sufrido todo el paleozoico, y en especial los conjuntos pizarrosos cambriano y siluriano.

En relación con las fracturas antes citadas existen determinadas zonas donde rocas granudas muy básicas se han inyectado a través del paleozoico. Tal es lo que sucede a la larga del valle del

Matachel, y en especial en las cercanías del paraje denominado El Almadén, donde un conjunto de gabros dan carácter especial a la zona, que está seguida al mismo tiempo por un gran filón de minerales ferruginosos que se extiende paralelo y a uno y otro lado del Matachel. Se trata, sin duda, de una gran fractura, en la que se han reconocido intensos fenómenos de alteración de las rocas eruptivas por efecto de una acción hidrotermal, estando en relación con ella la presencia de típicas rocas serpentínicas.

Importante también es la zona de fractura que da origen al célebre manantial del balneario de Alange, situado en el mismo pueblo, manantial de aguas termales, que han sido muy recientemente analizadas por el profesor Román Casares y clasificadas como aguas termales y químicamente como oligometalizadas, clorurado-bicarbonatado-sulfatado-alcálico-ferrosas, balneario que tiene ascendencia romana, conservándose aún en gran parte lo fundamental de tan antiguas y famosas termas.

El país es eminentemente agropecuario. Sumamente rico en las famosas tierras de Barros, en el amplio llano comprendido entre Almendralejo y Torremejías, país con extenso plantío de olivos y viñas y magníficas tierras abiertas, que rinden magníficas cosechas.

Hacia el Este dominan las grandes dehesas de pastos y arbolado y mixtas, que son criadero de excelente ganadería de lanar y de cerda, y en determinados parajes del Matachel también ovina.

Es interesante el estudio de la formación de suelos, muy especialmente en la zona de Los Barros, pues se trata de suelos muy especiales, del tipo de renzinas y pararrenzinas, ricos en cal y que se autorregeneran, siendo profundos y muy ponderados, lo que explica la riqueza cerealística y del plantío de toda esta zona.

Los núcleos de población son cuatro: Almendralejo, Alange, Zarza de Alange y Torremejías. Todos ellos son, como se ha indicado, agropecuarios, destacando por su riqueza Almendralejo, núcleo de población con vecinos que cuenta con una floreciente industria de aceites y jabones, de viticultura, y que posee buenos talleres mecánicos, siendo sin duda uno de los centros más prósperos de estas famosas tierras de Barros.

El mapa que ahora ofrecemos ofrece características muy diferentes de las que ofrecía esta zona en el antiguo mapa geológico, a escala 1:400.000. Se ha estudiado con detenimiento la zona paleozoica del ángulo nordeste, que es muy compleja, y en ella se ha localizado el conjunto de bandas alternantes del cambriano, siluriano y devoniano, que en su conjunto dan fisonomía especial a esta zona. Se ha determinado el tipo de terciario, pudiendo diferenciarse el Oligoceno del dominio de la cobertura miocena, y sobre ésta se han destacado las manchas pliocenas de rañas. Así, pues, el mapa representa ahora a un país de interés, donde coincide el sencillo y monótono terciario con el paleozoico, que nos presenta

ya las características de la Extremadura meridional, con el dominio de los calerices cambrianos, que faltan en absoluto en las zonas septentrionales de esta gran región del Sudoeste peninsular.

I. ROSO DE LUNA y F. HERNÁNDEZ-PACHECO

Hoja núm. 762. Tomelloso (Ciudad Real).

Este trabajo, debido al Ingeniero de Minas don José Meseguer Pardo, comienza con un compendio de los estudios anteriores, en el que se señalan las investigaciones ya realizadas sobre la geología de la región.

Sigue un resumen fisiográfico del territorio, en el que figuran la orografía, hidrografía, clima, vegetación, cultivos, población y vías de comunicación. Este resumen sirve de introducción al estudio de la Estratigrafía, que comprende los sistemas Triásico, Cretáceo, Mioceno, Plioceno y Cuartario.

El primero se desarrolla ampliamente, con estructura tabular al Mediodía y sudeste de la comarca. El Cretáceo se muestra tan sólo en dos isleos de reducidas dimensiones, ubicados al oeste de la Casa de Palomares y en las inmediaciones del antiguo Castillo de Peñarroya, inmediato al pantano de este nombre.

Hasta ahora venía atribuyéndose al Mioceno todo el Terciario continental de la zona central de la Mancha. No es posible fijar exactamente los límites de separación entre este sistema y el Plioceno, mas parece que el nivel superior del primero lo constituyen las típicas calizas lacustres, que encierran frecuentemente Gastrópodos, y deben referirse al Pontense. Con arreglo a este modo de ver, el Mioceno, recubierto casi completamente por el Plioceno, sólo se manifiesta en la superficie en asomos esporádicos poco extensos, ubicados particularmente al sur-sudeste de Argamasilla de Alba y en la zona de Las Canteras, a unos cuatro kilómetros al sudeste de Tomelloso.

El Plioceno, que posee gran extensión superficial en la mitad Noroeste, se halla rellenando las depresiones producidas por la erosión del Mioceno. Superficialmente ofrece tierras margosas o arenosas, dedicadas al cultivo, y a mayor profundidad aparece un conglomerado de elementos rodeados que descansa sobre la caliza del Pontense. Los expresados niveles no pueden referirse a este último, y como por su naturaleza y modo de yacimiento tampoco parecen corresponder al Cuartario, se han considerado pliocenos. Debe de tratarse del Astiese o Calabrense, aunque ello no pueda asegurarse por la falta de fósiles.

El Pleistoceno se localiza con preferencia en el sector nordeste de la Hoja, y comprende tierras de color rojizo, aglomerados poco

compactos y calizas tobáceas o travertinos, cuyos fragmentos se mezclan con las primeras. La formación travertínica comenzó a originarse en el Plioceno, y ha continuado hasta nuestros días sin variación de caracteres, de suerte que no es fácil establecer líneas de separación en el espacio ni en el tiempo entre ambos sistemas.

El territorio de la Hoja se encuentra en el límite de la planicie manchega, en la cual existe una depresión o fosa tectónica, no muy profunda, originada en la era terciaria y rellena por sedimentos miocenos y pliocenos, hasta constituir la actual llanura. Estas capas terciarias no han sufrido acciones orogénicas con posterioridad a su formación, y así conservan la primitiva posición horizontal en que se depositaron. Los estratos triásicos del sur de la comarca también aparecen horizontales, salvo en el borde septentrional, donde forman un pliegue isoclinal en rodilla, que cae hacia la llanura terciaria.

La hidrología del país está ligada íntimamente a la topografía, de modo que la de la planicie terciaria y pleistocena difiere de la correspondiente a la zona meridional triásica. La llanura carece, como es lógico, de manantiales naturales, pero posee un amplio y continuo manto acuífero, que se distribuye regularmente bajo la superficie del suelo. El caudal mínimo de este manto en el territorio de la Hoja se calcula en dos metros cúbicos por segundo. El manto es casi horizontal, de modo que la profundidad a que se encuentra depende de la mayor o menor altitud del terreno. En las zonas más bajas el nivel acuífero se halla a 18 ó 20 metros de la superficie, pero es más general que se encuentre entre 25 y 35 metros. Hacia el límite del Plioceno y el Triásico existen pozos en que la profundidad excede de 50 metros.

El territorio carece de minería, y resulta además sumamente pobre en materiales pétreos. De estos últimos se explotan algunas calizas, mediante canteras que suelen abrirse cerca de los lugares de empleo. También se obtiene la cal de los travertinos existentes a flor de tierra, pero la fabricación no constituye una industria fija.

Termina la explicación con un capítulo sobre Agronomía, en el que se da cuenta sumaria de esta materia.

Hoja núm. 870. Pinoso (Alicante-Murcia).

Este trabajo, debido al Ingeniero de Minas don José Meseguer Pardo, comienza con un compendio de los estudios anteriores, en el que se reseñan las investigaciones ya realizadas sobre la geología de la región.

Sigue el resumen geográfico del territorio, en el que figuran la orografía, hidrografía, clima, vegetación, cultivos, población y vías

de comunicación. Este resumen sirve de introducción al estudio de la Estratigrafía, que comprende las rocas ígneas y los sistemas Triásico, Jurásico, Cretáceo, Eoceno, Mioceno y Pleistoceno.

Las rocas endógenas, que corresponden al grupo de las diabasas, acompañan a las margas triásicas de las proximidades de la Fuente del Almorquí, y también aparecen indicios en los estratos de la misma edad del Cerro de la Sal, al sudeste de Pinoso.

Los sedimentos más antiguos del territorio son los triásicos del expresado cerro y los que aparecen en diferentes puntos al oeste y sur de las Casas del Señor, en el valle de la Cava Fría y en la Sierra de Beltrán, al nordeste de La Romana. Los estratos inferiores están formados por areniscas y margas yesíferas abigarradas, que a veces contienen sal y alteran con dolomías de estructura pizarrea. Este horizonte venía atribuyéndose reiteradamente al Keuper, pero hace algunos años las investigaciones del geólogo alemán M. Schmidt en la zona próxima de Agost, corroboradas por las observaciones del malogrado Ingeniero M. de Cincunegui, demostraron que pertenecen en realidad al nivel más alto del Buntsandstein. Las calizas magnesianas, aunque desprovistas de fósiles, se incluyen en el Muschelkalk por sus caracteres y posición estratigráfica.

Forman el Jurásico las Sierras del Coto de Monóvar, Solana del Algarejó, el Reclot, extremo nordeste de la de la Espada, vertiente norte de Algayat y, finalmente, la del Rollo. El sistema ofrece bastantes tramos pertenecientes a las tres divisiones principales, y se integra de calizas y margas de diversa naturaleza, en general bastante fosilíferas, y cuyos trastornos hacen aparecer a las masas como elementos arrastrados a consecuencia de intensos empujes tangenciales.

El Cretáceo se presenta constituyendo los importantes núcleos montañosos del noroeste del territorio, es decir, el macizo septentrional del Carche y las Sierras de Pausas, el Serral y Salinas. Asimismo determina una pequeña mancha al norte de la Sierra del Algayat, casi en el límite meridional de la Hoja. La formación consta de un horizonte inferior de margas blancas, que corresponde al Neocomiense; otras margas verdosas, que encierran Orbitolinas y Equinodermos, de edad cenomanense; calizas blancas y dolomías, también cenomanenses, y superiormente otras calizas algo magnesianas, en las que se intercalan areniscas con Lamelibranquios y Rudístos, que parecen señalar el Cretáceo superior.

Integra el Eoceno toda la arista sur del Carche, las colinas al norte de Torre del Rico, las situadas al este de la Cañada del Trigo, la Sierra del Coto de la Algueña, las del Bolón y La Pedriza, y finalmente se presenta en Los Pradicos y el Alto de Chaperut, para llegar al confín norte de la Hoja. La mayor parte de los estratos son calizas y pertenecen al Luteciense, pero en el sector de

La Romana se encuentran también capas priabonenses, descubiertas por el profesor B. Darder, que forman dos niveles: inferior, de margas azuladas con Equinodermes, y superior, de calizas arenosas con «Operculina ammonca», Leym.

Los sedimentos miocenos se desarrollan al sur de la Sierra del Carche, prosiguen por Torre del Rico y la Cañana del Trigo hasta rebasar el límite sur de la Hoja, y reaparecen en Chinorlet, Las Casas del Señor y al norte de la Peña Safrá. Las capas, de facies marina, están formadas principalmente por calizas compactas, calizas arcillo-sabulosas, areniscas y margas, correspondientes a los pisos Burdigalense y Vindobonense. Al noroeste de la Fuente de Almorquí existen hiladas de caliza blanca, alternantes con aluviones, que tienen aspecto de pontienses, pero la carencia de fósiles no permite afirmarlo de modo irrefutable.

El Pleistoceno ocupa las depresiones más o menos amplias que separan a los distintos accidentes orográficos, y alcanza gran extensión en el sector central del país. La formación es de facies continental, y se compone de mantos de arcilla roja, que alternan con aglomerados calizos. En algunos lugares adquieren bastante desarrollo los travertinos.

El conjunto de terrenos de la comarca se ve afectado por las violentas acciones diastróficas, propias de la complicada tectónica de tipo alpino que caracteriza a toda la Cordillera Penibética. Hállanse bien representados innumerables pliegues de todos los tipos, anticlinales y sinclinales de flancos disimétricos, fallas, dislocaciones e incluso superposiciones anormales de terrenos, que señalan la intensidad de las presiones orogénicas. También son patentes los desplazamientos horizontales o corrimientos, debidos al predominio de los empujes tangenciales. La Sierra del Coto, de Monóvar, forma un sinclinal muy afectado por roturas y dislocaciones, y la de la Teja parece pertenecer a un elemento deslizado, que descansa anormalmente sobre el Eoceno y el Cretáceo. En los cerros de Ayala y de la Cruz de la Algueña la serie jurásica cabalga al Burdigalense y al Numulítico, y en el collado del Rincón se reconoce una serie con Lías alpino superpuesta al Terciario. En la zona de La Romana aparecen una serie basal y un manto corrido. La primera, formada por el Triásico, que soporta directamente el Priabonense, recubierto por el Mioceno, dibuja en conjunto dos pliegues anticlinales, con ejes arrumbados de Noroeste a Sudeste. No puede decidirse si esta serie basal es autóctona. El manto corrido comprende las calizas liásicas del macizo al sudoeste de La Romana, con retazos desgajados de Triás, que descansan sobre el Burdigalense. Las Sierras del Algayat y del Rollo representan otra unidad tectónica, que parece cabalgar sobre una serie compuesta de Cretáceo, Eoceno y Burdigalense. La estructura es muy complicada, y la rotura de los anticlinales y sinclinales aumenta la confu-

sión de los terrenos. En las Sierras del Carche, Pausas, El Serral y Salinas el Cretáceo descansa directamente sobre el Triás, y, aunque muy plegado, se encuentra *in situ*, sin cabalgar sobre formaciones más modernas. Los contactos son perfectamente normales, y no se observan indicios de corrimientos.

Desde el punto de vista sísmico, el territorio ofrece cierta inestabilidad. Una línea sismotectónica muy destacada es, al este de la Hoja, la que sigue el curso del Vinalopó, fractura profunda que corresponde a una basculación hacia la costa mediterránea en virtud de los fenómenos de descomprensión de la época pliocena. El accidente separa dos bloques: uno, occidental o de Yecla, al cual pertenece la Hoja, que ofrece pequeña sismicidad, y otro, oriental o de Alicante, salpicado de epicentros, que atestiguan la falta de estabilidad. Al norte del territorio, la línea sísmica Salinas-Biar señala una gran dislocación, con falla al pie de la Sierra de Salinas, que parece continuar al Suroeste, tras ligera inflexión, por el pie del Carche hasta Cieza, aunque sin carácter sísmico. Las conmociones del país proceden del núcleo localizado al norte del pueblo de Salinas, próximo a la Hoja, cuya actividad dimana de la situación de la falla al pie de la Sierra. Este núcleo es de escasa frecuencia y grado máximo 7.

Los elementos estratigráficos de la comarca muestran condiciones distintas desde el punto de vista hidrológico. El Triásico es muy pobre en aguas, y además los manantiales son extremadamente salinos. El Jurásico comprende calizas con grietas y oquedades favorables a la circulación subterránea; así que en él aparecen diversas surgencias de régimen más o menos constante. En el Cretáceo se encuentran manantiales poco importantes, porque las aguas que circulan por los conductos subterráneos de las calizas abandonan los macizos y van a parar a las llanuras cuartarias que los limitan. Las condiciones hidrológicas del Eoceno tampoco son muy favorables, y lo propio puede decirse de la formación miocena. El Pleistoceno es de naturaleza detrítica, y así pueden almacenarse en él no sólo las aguas precipitadas directamente de la atmósfera, sino las que penetran por las cabezas de los mantos en contacto inmediato con los sedimentos más antiguos. La importancia hidrológica de las manchas depende de la existencia de niveles impermeables que detengan las aguas o de la de cuencas u hojas de cierre más o menos perfecto.

El territorio comprendido en la Hoja presenta escaso interés minero, pues no contiene yacimientos importantes, al menos en explotación actual. En la Sierra del Carche trataron de explotarse hace bastantes años algunas mineralizaciones ferruginosas de las calizas cretáceas, mas se desistió del intento, y no han vuelto a realizarse nuevos trabajos. En el Cerro de la Sal se benefician los bancos de sal gema mediante labores subterráneas, pero el negocio

es poco lucrativo por la carestía del arranque y de los transportes y la competencia con las salinas de Torrevieja y Santa Pola. Respecto a materiales pétreos, se explotan diferentes rocas para su empleo como materiales de construcción, y también se utilizan los yesos del Triás, que sirven para cubrir las necesidades locales.

Termina la explicación con un capítulo dedicado a Agronomía, en el que se da cuenta sumaria de la materia y se indican los principales cultivos.

Hoja núm. 796. Gandía (Valencia-Alicante).

Este trabajo, debido al Ingeniero de Minas don José Meseguer Pardo, comienza con un compendio de los estudios anteriores, en el que se señalan las investigaciones ya realizadas sobre la geología de la región.

Sigue un resumen fisiográfico del territorio, en el que figuran la orografía, hidrografía, clima, vegetación, cultivos, población y vías de comunicación. Este resumen sirve de introducción al estudio de la Estratigrafía, que comprende los sistemas Triásico, Jurásico, Cretáceo, Eoceno, Mioceno y Pleistoceno.

El primero de dichos sistemas asoma exclusivamente en una estrecha faja, que se extiende desde el sector de Fuente-Encarroz hasta las cercanías de Oliva, y está constituida por areniscas, margas y arcillas yesíferas, acompañadas a veces de calizas magnesianas con impresiones de *Fucoides*. El afloramiento se debe con toda probabilidad a fenómenos de diapirismo.

El Jurásico, predominantemente calizo, integra diversos accidentes de la Sierra de Les Fontanelles, el Tosalet de la Plana y algunas colinas de la Solana Grande. Los estratos ofrecen multiplicadas complicaciones estratigráficas, que señalan la acción de empujes correspondientes tal vez a la fase diastrófica paleocimérica.

El Cretáceo, constituido por gruesas capas de caliza y, en menor proporción, de margas, forma la mayor parte de las elevaciones del territorio, y aparece extraordinariamente trastornado, con reiteradas inflexiones, fallas y superposiciones anormales. En conjunto forma pliegues arrumbados de Oeste-Sudoeste a Este-Nordeste, a los que corresponden los accidentes.

El Eoceno se presenta únicamente en la cumbre de la Sierra de Segaria, sin que pueda establecerse la relación con el Aptense próximo por impedirlo los cultivos que cubren el terreno.

El Mioceno determina pequeños afloramientos en los alrededores de Gandía, se desarrolla más ampliamente en los valles de Adsubía y Pego y aparece también bordeando la Sierra de Segaria. Los sedimentos, formados por calizas, molasas y margas principal-

mente, pertenecen al piso Burdigalense, y se extienden en *transgresión* sobre el Cretáceo.

El Pleistoceno, por último, ocupa toda la planicie litoral y se extiende también por las depresiones que separan a los núcleos orográficos. Muestra las facies marina y continental, con gran predominio de la última, a la que integran lechos horizontales y discontinuos de arcilla, marga, cantos rodados y arenas. Entregado por completo al cultivo, constituye la parte más fértil y rica de la comarca desde el punto de vista agronómico.

Las formaciones de la Hoja se hallan afectadas por violentas acciones diastrólicas, correspondientes a distintas épocas, que evidencian la complicada tectónica de tipo alpino que caracteriza a la Cordillera Penibética. Los núcleos montañosos, arrumbados de un modo general según la dirección del eje de los plegamientos, muestran anticlinales rotos de todos los tipos, fallas y superposiciones anormales. De un modo general en el Mesozoico se aprecian dos imbricaciones: una, inferior, compuesta de Jurásico con toda la serie cretácea, y otra, superior, que cabalga sobre la primera. La identidad de constitución de ambas hace descartar la existencia de corrimientos horizontales, de suerte que sólo debe considerarse la estructura como resultado de plegamientos.

Desde el punto de vista sísmico, el país constituye una unidad tectónica, separada del interior por una línea geodinámica, que se dibuja en forma de curva suave desde Sagunto hasta Alicante, pasando por Alcira, Játiva y Alcoy. Esta línea forma el eje de una estrecha banda, salpicada de centros activos que durante el actual siglo, por lo menos, da muestras evidentes de inestabilidad, y además indica una zona de mínima resistencia, puesta en juego por la actividad subsiguiente a la continuación del movimiento de descenso del bloque triangular, cuyos vértices son Valencia, Alicante y el Cabo de la Nao. La comarca ocupa por su sismicidad el sexto lugar de la Península, conforme a la magnitud del coeficiente general.

El territorio debió hallarse poblado desde los tiempos prehistóricos, como atestiguan los hallazgos realizados en algunas cavernas del término de Pego y en las inmediaciones de Oliva, detrás del cerro del Calvario.

Los elementos que componen la estratigrafía presentan condiciones diferentes desde el punto de vista hidrológico. El Cretáceo, principalmente calizo, absorbe buena parte de las lluvias a causa de las grietas y oquedades de dichas rocas, y así presenta una gran permeabilidad, ligada estrechamente a la existencia de mamantiales. El Pleistoceno llano es muy apto para almacenar importante volumen líquido, dada la naturaleza de los amplios depósitos detríticos horizontales que constituyen el receptáculo de todas las aguas que le alcanzan. Las detenidas en la primera capa imper-

meable originan el manto freático, alimentado también de las aguas de los cursos superficiales y los riegos que van a empapar el terreno.

La comarca presenta escaso interés minero, por carecer de yacimientos de importancia, al menos en explotación actual. En los terrenos bajos del litoral existe un área turbífera, cuya extensión superficial indica un depósito de combustible de cierto interés. En las cercanías de Adsubia aparecen en las margas cretáceas algunas capas de lignito, pero no parecen reunir condiciones de explotabilidad. Respecto a materiales pétreos, se explotan los yesos y calizas en pequeñas canteras abiertas circunstancialmente en la proximidad de los lugares de utilización, y del lecho del Serpis y de algunas ramblas se obtienen gravas y arenas para su empleo en hormigones y morteros.

Termina la explicación con un capítulo sobre Agronomía, en el que se da cuenta sumaria de esta materia.

Hoja núm. 795. Játiva (Valencia-Alicante).

Este trabajo, debido al Ingeniero de Minas don José Meseguer Pardo, comienza con un compendio de los estudios anteriores, en el que se señalan las investigaciones ya realizadas sobre la geología de la región.

Sigue un resumen fisiográfico del territorio, en el que figuran la orografía, hidrografía, clima, vegetación, cultivos, población y vías de comunicación. Este resumen sirve de introducción al estudio de la Estratigrafía, que comprende los sistemas Triásico, Jurásico, Cretáceo, Mioceno y Pleistoceno.

El primero de dichos sistemas asoma entre Játiva y Genovés, determina una faja de anchura variable entre Castellón de Rugat y Alfahuir y reaparece más a Levante en el sector de Potries. Está constituido principalmente por margas irisadas, acompañadas de yesos y calizas magnesianas, que suelen contener pistas de Fucoides. Es de advertir que, en general, estas capas no soportan las inmediatamente superiores en orden cronológico, o sea las jurásicas, sino que suelen hallarse en contacto directo con las cretáceas, miocenas y pleistocenas.

El Jurásico, principalmente calizo, muestra sus tres pisos principales en el macizo orográfico que cruza el Serpis entre las Sierras de Azafar y luego se oculta a Levante bajo el Pleistoceno de la zona de Villalonga.

El Cretáceo alcanza gran extensión, y constituye todos los accidentes montañosos del país, si se exceptúan los jurásicos aludidos. Forma, pues, las Sierras de Bernisa, Grosa, Requena y Buscarro, las estribaciones meridionales del macizo del Mondúber, las Sierras

de Falconera y de las Botas, y en la zona Sudeste las de la Cuta, Ador, Azafar, Gallinera y del Almirante. Todos los sedimentos se hallan muy trastornados, y con frecuencia presentan inflexiones, fallas y desplazamientos, debidos a fuertes empujes, que han producido superposiciones anormales. De una manera general forman pliegues, orientados de Sudoeste a Nordeste, que es la dirección de las cordilleras.

También muestra el Mioceno buen desarrollo superficial, y se presenta entre las Sierras de Bernisa y Grosa, en derredor del pueblo de Pinet, en el espacioso valle de Albaida, donde queda recubierto a trechos por el Pleistoceno; en el sector de Lorcha y en el valle de Gallinera. Las capas comienzan por depósitos de facies continental, probablemente aquitanienses, y siguen calizas, molasas y margas, correspondientes al Burdigalense. En algunos puntos se advierten, por fin, retazos aislados de molasas y calizas en discordancia sobre las margas, que pueden considerarse vindobonenses.

El Pleistoceno continental se extiende por las zonas llanas más bajas de la comarca, y forma mantos más o menos continuos de arcilla, arena, conglomerados y travertinos, sobre los que se hallan tierras de labor, asiendo de excelentes cultivos. Se presenta en el valle de Játiva, inmediaciones de Bellús, Beniganim, Puebla del Duque, Alfarrasí, Belgida, Rafol de Salem y Lorcha, en la llanura de Villalonga y Ador y en los valles de Palma de Gandía, Beniarjó, Real de Gandía y Beniopa.

Las formaciones sedimentarias se hallan trastornadas por intensas acciones diastólicas, que corresponden a distintas épocas y hacen patente la complicada tectónica de tipo alpino que caracteriza a la Cordillera Penibética. Se encuentran anclinales rotos en la charnela y desmantelados, pliegues de todos los tipos, fallas, dislocaciones e incluso estructuras que atestiguan desplazamientos en sentido horizontal. Alíneanse las sierras en distintas direcciones, pero generalmente siguen la dirección penibética, y en la zona nordeste interfieren contra el macizo del borde septentrional, derivación del Mondúber, que posee orientación ibérica.

Desde el punto de vista sísmico, el país constituye una unidad tectónica separada del interior por una línea geodinámica, que se dibuja en forma de curva suave desde Sagunto hasta Alicante, pasando por Alcira, Játiva y Alcoy. Esta línea forma el eje de una estrecha banda, salpicada de centros sísmicos activos, que durante el actual siglo, por lo menos, da muestras evidentes de inestabilidad, y además indica por su situación una zona de mínima resistencia, puesta en juego por la actividad subsiguiente a la continuación del movimiento de descenso del bloque triangular, cuyos vértices son: Valencia, Alicante y el Cabo de la Nao. En la cita-

da faja, dentro de la Hoja, se hallan los focos activos de Benignim y Albaida, de mediana frecuencia y grado máximo 6. De un modo general la comarca ocupa por su sismicidad el sexto lugar de la Península.

El territorio ha estado poblado desde los tiempos prehistóricos, como revelan los hallazgos realizados en la Cova Negra, de Játiva, la gruta del Parpalló, la Cueva de las Maravillas y otras cavernas de la Sierra de Ador.

Los elementos estratigráficos muestran condiciones diferentes relativamente a la hidrología subterránea. El Triás es pobre en aguas por la impermeabilidad de sus rocas, pero además se hallan aquéllas tan cargadas de sales que resultan impropias para la bebida. El Jurásico se presta mal a la formación de manantiales por falta de horizontes que representen las aguas infiltradas en las calizas, pero en cambio el Cretáceo origina surgencias abundantes. El Mioceno posee cierta variedad de composición, y aunque algunas de sus rocas son impermeables, otras que se intercalan dan paso fácil a las aguas y permiten la formación de niveles aprovechables. El Pleistoceno llano es apto para almacenar importante volumen líquido, dada la naturaleza de los depósitos detríticos horizontales, que constituyen el receptáculo de todas las aguas que le alcanzan.

La comarca carece de interés minero, de suerte que sólo se aprovechan algunas rocas que encuentran empleo como materiales de construcción. Entre ellas destacan los yesos, calizas y areniscas. En Villalonga se explota el ónix, y del lecho de los ríos y de diversas ramblas se obtienen, mediante cribado, gravas y arenas con destino a hormigones y morteros. También se utilizan algunas arcillas, que sirven para la fabricación de tejas, ladrillos y otros elementos de uso local.

Termina la explicación con un capítulo sobre Agronomía, en el cual se da cuenta sumaria de esta materia.

Hoja núm. 823. Jávea (Alicante).

Este trabajo, debido al Ingeniero de Minas don José Meseguer Pardo, comienza con un compendio de los estudios anteriores, en el que se señalan las investigaciones ya realizadas sobre la geología de la región.

Sigue un resumen geográfico del territorio, en el que figuran la orografía, hidrografía, clima, vegetación, cultivos, población y vías de comunicación. Este resumen sirve de introducción al estudio de la Estratigrafía, que comprende los sistemas Cretáceo, Eoceno,

Mioceno y Cuartario. El primero de ellos integra los accidentes al norte de Jávea hasta el Cabo de San Antonio, y además los declives meridionales del Monte de la Isabela, desde la Punta de Moraira al Cabo de la Nao. Se compone de calizas duras, con «Orbitolina conoidea-discoidea», A. Gras, pertenecientes al Aptense, otras granulares de matiz amarillento, que pueden atribuirse al Albense; nuevas calizas con Orbitolina cóncava, Lam., correspondientes al Cenomanense, y, finalmente, otras compactas y a veces arenosas, que se incluyen en el Senonense.

El Eoceno, exclusivamente calizo, constituye las zonas altas del Monte de la Isabela o la Llorens, y forma una banda incurvada de no gran anchura, que se extiende desde la margen izquierda del barranco de la Viuda hasta la casa del Tejar, situada como a un kilómetro al noroeste del caserío de La Granadella. Todas las capas aparecen constituyendo un anticlinal, cuyo flanco noroeste es casi vertical.

Ocupa el Mioceno la amplia depresión comprendida entre el extremo del Mongó y la Sierra de Benitachell, e integra también la base de las vertientes septentrionales de la última. Ofrece este sistema los pisos Aquitaniense, Burdigalense y Vindobonense, el primero de los cuales incluye calizas duras con Scutellas, a las que se superponen otras que encierran Lepidocyclus y Equinidos. El Burdigalense muestra calizas detríticas con Lithothamnium y Amphistegina y algunas margas blancas que contienen «Flabellipecten burdigalensis», Lam.; «F. ugolini, Dep. y Rom.»; «Pecten cretensis» y otros lamelibranchios, y se conocen en la región con el nombre de «tap». El Vindobonense sólo determina un reducido isleto al sudoeste de Jávea, constituido por molas compactas.

Finalmente, el Pleistoceno se extiende entre el Mediterráneo, los pueblos de Aduanas del Mar y Jávea, y los cerros que se alzan al sur de la última muestran las facies marina y continental, con predominio de ésta, cuyos depósitos han sido transportados por las avenidas del Gorgos.

Forma el territorio de la Hoja una llanura de hundimiento, limitada al Norte por el extremo oriental del Mongó y al Mediodía por el pliegue de la Sierra de Benitachell. Esta depresión se halla colmada por sedimentos miocenos, apoyados en transgresión sobre el Cretáceo e infrapuestos a una banda tirrenense y a los acarros del Gorgos, cuyas postreras aportaciones han dado origen a las tierras que cubren la llanura y le imprimen su fisonomía particular.

Desde el punto de vista sísmico, la zona posee un elevado coeficiente de inestabilidad, en la que las disoluciones producidas son tan intensas que han originado bloques tectónicos bien definidos. La línea sismotectónica más notable es la arista de hundimiento

Cabo de la Nao-Crevillente, que queda inmediatamente al sur del territorio. Otra línea de mínima resistencia es la alineación de epicentros, que pasa por Alcira, Játiva, Alcoy y Alicante, que en razón del hundimiento del triángulo Valencia-Alicante-Cabo de la Nao tiende a modificar el trazado del óvalo valenciano, según un arco de mayor curvatura. La variación del nivel del mar en la costa pone de manifiesto la inestabilidad de la comarca, que ocupa por su sismicidad el sexto lugar de la Península, conforme a la magnitud del coeficiente general.

El territorio debió hallarse poblado desde los tiempos más remotos de la prehistoria, como atestiguan los hallazgos realizados en algunas cavernas.

Los elementos que componen la estratigrafía presentan condiciones diferentes desde el punto de vista hidrológico. Los estratos cretáceos, fundamentalmente calizos, poseen multiplicadas oquedades y grietas, que los hacen sumamente permeables, pero a falta de un horizonte impermeable de espesor suficiente, las aguas infiltradas descienden a gran profundidad o van a perderse en el Mediterráneo en surgencias submarinas, como la de El Morech, donde el agua dulce avanza hasta 25 metros dentro del mar.

El Eoceno carece también de manantiales, y el Mioceno no es favorable a la existencia de los mismos. En cambio, el Pleistoceno resulta apto para almacenar cierto volumen líquido, a causa de los mantos detríticos horizontales y a escasa altitud, que constituyen el receptáculo de buena parte de las precipitaciones atmosféricas directas y de las aguas de escorrentía.

La comarca se halla desprovista de interés minero, pues carece de yacimientos metalíferos aprovechables, al menos en explotación actual. En la antigüedad tuvo fama de poseer ricas minas de hierro, y todavía en la Cueva de la Plata, cerca del Cabo Negro, se advierten vestigios de un laboreo remoto. En nuestros días sólo se explotan algunos materiales pétreos en pequeñas canteras abiertas circunstancialmente en la proximidad de los lugares de utilización.

Termina la explicación con un capítulo sobre Agronomía, en el que se da cuenta sumaria de esta materia.

Hoja núm. 775. Badajoz.

Rasgo fundamental de la Hoja de Badajoz es la de estar formado el país que en ella se representa, por un conjunto de sedimentos detríticos finos del Terciario inferior, Oligoceno que cubre casi totalmente a una vieja topografía muy embotada y arrasada, fraguada en el Paleozoico inferior, a veces con facies estrato-crista-

lina, formaciones que frecuentemente están atravesadas por inyecciones y apuntamientos de rocas eruptivas granudas y microgranudas, dioritas y diabasas, debido a lo cual los materiales de tal conjunto están intensamente metamorizados.

Los conjuntos terciarios son casi exclusivamente arcillo-arenosos, y dan origen a potente masa de arcosas que en el amplio valle del Guadiana quedan cubiertas por el Cuaternario aluvial del río, formado por gravas, arenas y materiales finos areno-arcillosos.

El Terciario está sensiblemente horizontal, y soterra, como se ha indicado, al Paleozoico inferior, que puede presentarse con facies estrato-cristalina, que se ofrece muy intensamente plegada, en especial debido a la tectónica varíscica, que se arrumba en estos parajes clara y monótonamente al Nroeste. Tal es lo que se observa en los achatados relieves paleozoicos que forman la alargada loma de calizas cambrianas de Santa Ana, así como el cerro en que se asienta Badajoz, que aparece constituido en sus zonas más septentrionales, por materiales pizarrosos muy intensamente metamorizados. El Guadiana ha cortado esta alineación, lo que favorece mucho el examen de la misma, dando así origen a un estrecho que es salvado por el magnífico y antiguo Puente de Palmas. Tales lomas y cerros, de formas muy redondeadas y rebajadas, pues sólo se elevan sobre los llanos que las rodean de 60 a 80 metros, constituyen los afloramientos más extensos de la penillanura soterrada por el Oligoceno, que en esta zona de Badajoz rara vez se descubre.

Hacia el Norte domina casi en absoluto el Terciario, siendo muy monótono por su aspecto y constitución litológica, pero hacia el Sur, salvado el Guadiana, se han constituido en tal formación un conjunto de relieves en mesas, recortados por cuestas que con su conjunto van limitando el valle del río con accidentes que alcanzan desniveles de 40-60 metros, y que ascienden a los rellanos superiores, formados por una masa de canturral de rañas pliocenas que es resto de una extensión más grande y uniforme de tales depósitos, siendo, pues, las superficies hoy existentes de dimensiones y formas muy reducidas, testigos que quedan del dominio en estos parajes de la cobertera de rañas pliocenas.

En el valle del Guadiana, y en el mismo cauce, cuando las aguas no van crecidas, se descubren en muchos parajes terrenos con facies estrato-cristalina, frecuentemente atravesados por materiales eruptivos formados por dioritas y granodioritas y algún dique de diabasa; tal se puede observar bajo los arcos del Puente de Palmas y hacia el lado de Badajoz y más hacia aguas abajo, en donde puede reconocerse fácilmente tal conjunto, en estas zonas formado por micacitas muy alteradas de escasa consistencia, lo que

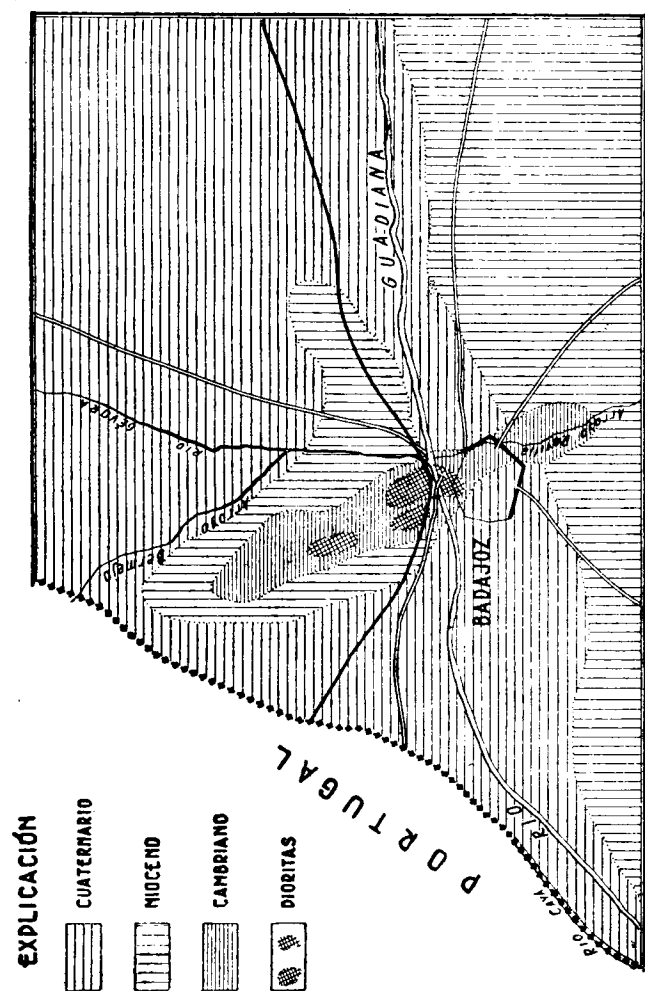


Fig. 1. — Distribución de las formaciones geológicas en los alrededores de Badajoz, según el mapa geológico a escala 1: 400.000.

explica la ausencia de afloramientos, soterrados por los aluviones del río en la mayoría de los casos.

Cerca de Badajoz, y hacia aguas arriba y en la zona de confluencia del Guadiana con el Gévora, los materiales que se descubren en el cauce corresponden ya claramente al Paleozoico inferior, y dan origen a un complejo bastante variado de pizarras, muy probablemente cambrianas, que están muy intensamente metamorizadas y silicatadas, que en las zonas ya inmediatas a las lomas de Santa Ana representan verdaderas corneanas, muy duras y tenaces. Todo este conjunto está muy replegado, orientándose las corridas de los plegamientos claramente hacia el Noroeste.

Los materiales calizos cambrianos de las lomas de Santa Ana dan origen a masas calizas marmóreas de grano fino, pudiendo apreciarse en las grandes canteras explotadas desde muy antiguo para cal, y muy especialmente en el cerro de San Cristóbal, el intenso metamorfismo de tales materiales, así como las frecuentes inyecciones de rocas eruptivas básicas que en diques y masas muy ramosas e interstratificadas atraviesan y siguen a la formación, rocas que representan dioritas, grauidioritas, algunos gabros y diques estrechos de microdiabasas.

Rasgo fundamental de estos campos inmediatos a Badajoz es, como ya se ha indicado, el dominio de la llanura, que en gran parte está formada por el grandioso valle del Guadiana y el de su afluente el Gévora, apreciándose que en estos ríos faltan en absoluto los niveles de las típicas terrazas cuaternarias, corriendo las aguas casi al nivel de la llanura general, lo que explica la anchura que en especial alcanza el valle del Guadiana, que, inundado en los días de muy fuertes avenidas, semeja en realidad una extensa superficie lacustre.

En relación con este carácter debe indicarse que este río, que es de los principales del accidente peninsular, es el que ofrece régimen más irregular y caudales más variables a lo largo del año. Durante un largo período, que corresponde de finales de mayo a primero o mediados de octubre, y en ocasiones hasta bien entrada la otoñada, el estiaje es acentuadísimo, y en especial a lo largo del largo y seco verano, época en la que el caudal medio del río queda en Badajoz reducido a unos 2 m.³ por segundo, lo que hace que casi no se aprecia su corriente, al quedar ésta infiltrada entre la masa de los extensos canturrales. Si no fuese por los grandes charcos permanentes que caracterizan en estas zonas al Guadiana, el río llegaría como tal casi a desaparecer y ofrecer un cauce seco, ocupado por extensos arenales y potentes masas de graveras. En las épocas de grandes precipitaciones, y en especial en pleno invierno y al comenzar la primavera, el Guadiana puede

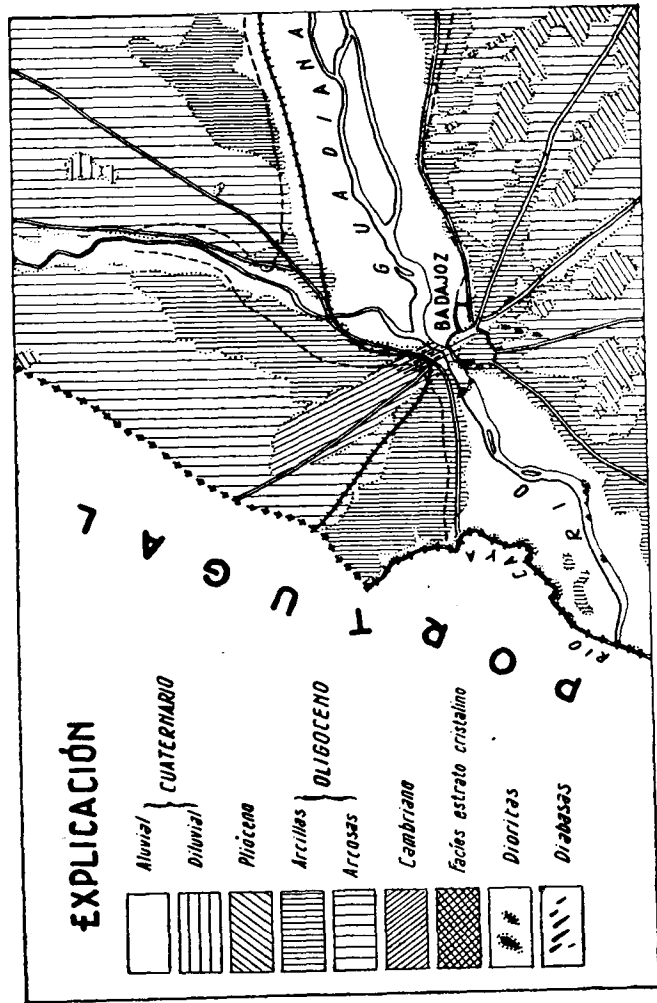


Fig. 2.—Distribución de las formaciones geológicas en los alrededores de Badajoz, según el mapa 1: 50,000.

sufrir formidables avenidas, sobrepasando durante ellas su caudal los 2.000-3.000 m³ por segundo. De este tipo fueron las sufridas en los meses de enero de 1940. Pero tales volúmenes, en sus crecidas, no son en realidad extraordinarias, por cuanto en la gran avenida de 1947, y en el mes de enero, el caudal sobrepasó en Badajoz los ¡10.000 m³ por segundo! Ello explica que en estas ocasiones el valle adquiera características de verdadero lago, lo que no es más que el recuerdo de lo que fué esta zona baja del Guadiana al finalizar el Terciario y durante el Cuaternario antiguo, época en la que todo este país daba origen a un extenso y pando lago, denominado por Hernández-Pacheco, Ed., Augustano, pues se extendía entre Mérida y Badajoz, las antiguas ciudades romanas de Emérita Augusta y Pax Augusta, de donde se ha tomado por el citado profesor la denominación de esta antigua cuenca lacustre, hoy totalmente colmada por los aluviones del río.

Teniendo ahora en cuenta la distribución en superficie de las formaciones geológicas y de los manchones de rocas eruptivas, puede decirse que el aspecto de la Hoja es muy diferente del que ofrecía el mapa a escala 1:400.000 en estos parajes. En especial la gran extensión del Cuaternario ha quedado sólo reducida al dominio del valle en los ríos, y en particular del Guadiana, habiendo desaparecido totalmente tal manchón, de enorme extensión, al norte del río, pues tal zona sólo está constituida por las arcosas del Oligoceno, rara vez cubiertas por un Cuaternario rañizo, degeneración por erosión de la masa de canturales del Plioceno de rañas. Hacia el Sur el Oligoceno domina igualmente, estando formado en sus zonas bajas por las arcillas, a las que se sobreponen las arcosas, quedando éstas cubiertas a su vez por restos de la raña pliocena. Se ha destacado también el manchón de calizas cambrianas que forman la loma de Santa Ana, que era ya conocido y estaba bien datado desde muy antiguo, y se han señalado algunos pequeños filarmentos de formaciones con facies estrato-calina a lo largo del cauce del Guadiana y aguas abajo de Badajoz, por tener en su conjunto una determinada significación geológica. Así, pues, el mapa es muy diferente del que existía, pudiendo ahora darse cuenta de la significación del Terciario y su relación con la gran depresión erosivo-tectónica que caracteriza a la región por estas zonas (figs. 1 y 2).

El país es eminentemente agropecuario, siendo región muy rica en cultivos, especialmente la amplia llanada del río, pero también hacia el Norte el campo es rico, por la gran extensión que alcanza el arbolado de encinas, siendo tales zonas buenos criaderos de ganados, si bien hasta ahora sea el valle del Guadiana, con ses excelentes y extensos pastizales, la zona más rica, ganaderamente considerada, de estas zonas de la Extremadura central.

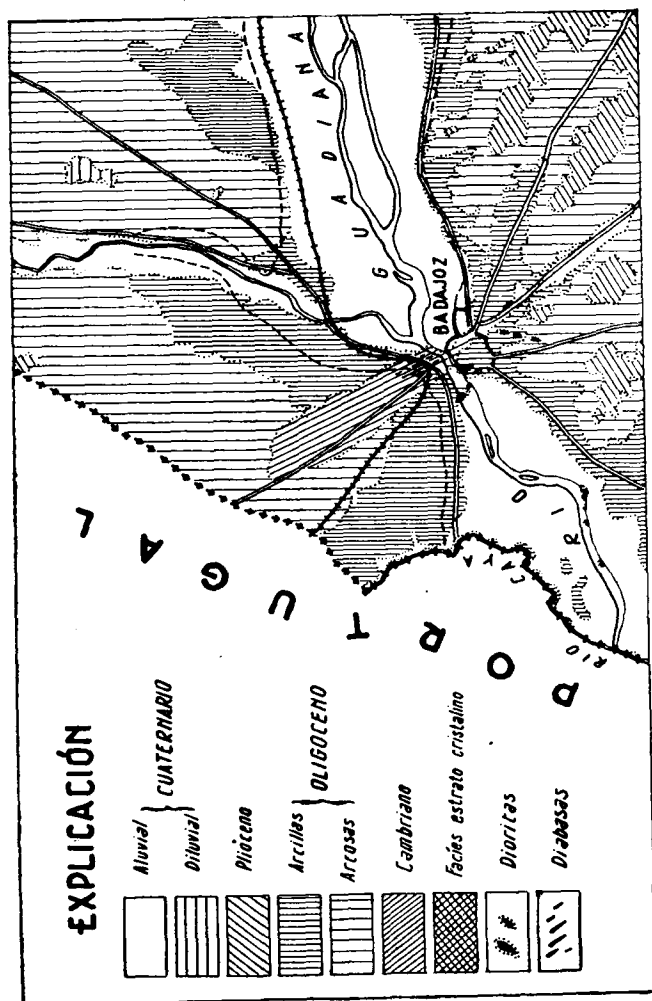


Fig. 2.—Distribución de las formaciones geológicas en los alrededores de Badajoz, según el mapa 1: 50,000.

sufrir formidables avenidas, sobrepasando durante ellas su caudal los 2.000-3.000 m³ por segundo. De este tipo fueron las sufridas en los meses de enero de 1940. Pero tales volúmenes, en sus crecidas, no son en realidad extraordinarias, por cuanto en la gran avenida de 1947, y en el mes de enero, el caudal sobrepasó en Badajoz los ¡10.000 m³ por segundo! Ello explica que en estas ocasiones el valle adquiera características de verdadero lago, lo que no es más que el recuerdo de lo que fué esta zona baja del Guadiana al finalizar el Terciario y durante el Cuaternario antiguo, época en la que todo este país daba origen a un extenso y pando lago, denominado por Hernández-Pacheco, Ed., Augustano, pues se extendía entre Mérida y Badajoz, las antiguas ciudades romanas de Emérita Augusta y Pax Augusta, de donde se ha tomado por el citado profesor la denominación de esta antigua cuenca lacustre, hoy totalmente colmada por los aluviones del río.

Teniendo ahora en cuenta la distribución en superficie de las formaciones geológicas y de los manchones de rocas eruptivas, puede decirse que el aspecto de la Hoja es muy diferente del que ofrecía el mapa a escala 1:400.000 en estos parajes. En especial la gran extensión del Cuaternario ha quedado sólo reducida al dominio del valle en los ríos, y en particular del Guadiana, habiendo desaparecido totalmente tal manchón, de enorme extensión, al norte del río, pues tal zona sólo está constituida por las arcosas del Oligoceno, rara vez cubiertas por un Cuaternario rañoso, degeneración por erosión de la masa de canturales del Plioceno de rañas. Hacia el Sur el Oligoceno domina igualmente, estando formado en sus zonas bajas por las arcillas, a las que se sobreponen las arcosas, quedando éstas cubiertas a su vez por restos de la raña pliocena. Se ha destacado también el manchón de calizas cambrianas que forman la loma de Santa Ana, que era ya conocido y estaba bien datado desde muy antiguo, y se han señalado algunos pequeños fragmentos de formaciones con facies estrato-calina a lo largo del cauce del Guadiana y aguas abajo de Badajoz, por tener en su conjunto una determinada significación geológica. Así, pues, el mapa es muy diferente del que existía, pudiendo ahora darse cuenta de la significación del Terciario y su relación con la gran depresión erosivo-tectónica que caracteriza a la región por estas zonas (figs. 1 y 2).

El país es eminentemente agropecuario, siendo región muy rica en cultivos, especialmente la amplia llanada del río, pero también hacia el Norte el campo es rico, por la gran extensión que alcanza el arbolado de encinas, siendo tales zonas buenos criaderos de ganados, si bien hasta ahora sea el valle del Guadiana, con ses excelentes y extensos pastizales, la zona más rica, ganaderamente considerada, de estas zonas de la Extremadura central.

Los cultivos de regadíos que ahora se inician han de transformar totalmente la fisonomía y las costumbres de esta comarca, en cuyo extremo occidental se asienta la ciudad de Badajoz, que rebasa los 80.000 habitantes, y es centro no sólo agropecuario, sino de incipiente industria, que rápidamente ha de desarrollarse.

I. ROSO DE LUNA y F. HERNÁNDEZ-PACHECO

Notas bibliográficas

CRIADEROS

ELLSWORTH, PHILIP C. and MIRSKY, ARTHUR: *Preliminary report in relation of structure to uranium mineralization in the Todilto limestone Grants District, New Mexico.* «Div. of Raw. Mat. A. E. C.», 15 páginas, 10 sept., 1952.

Las investigaciones de la estructura de las calizas de Todilto en el distrito de Grants indican una relación genética entre los pliegues de Todilto y los resultantes del levantamiento de Zuni. Los datos de los sondeos de tres zonas indican que las mayores concentraciones minerales están en los anticlinales o sinclinales, principalmente en aquéllos. La mayor parte están extendidos de una manera que se sigue su correlación con los sistemas de pliegues. Todo al parecer está conforme con las estructuras. Con un mapa altimétrico y tectónico se pueden situar perfectamente las zonas de posibles perforaciones más interesantes.—L. F.

RAYMOND, C.: *Uranium occurrence at the Cherokee Mine, Queen Mineral Ranch, Gilpin County, Colorado.* «Div. of Raw. Mat. A. E. C.», enero 1953, 9 págs.

Los reconocimientos preliminares de la mina Cherokee, en el Queen Mineral Ranch, indican la existencia de una formación importante de uranio. En el estrío a mano se han obtenido muestras de pezblenda con un 0,40 a 1,97 por 100 de U_3O_8 . La mina tiene un socavón de 84 metros de largo, con un anclurón de 7 m. y una chimenea de 40 m., con ramales al E. y W. de 15 m. La roca precambriana es predominantemente pizarra de cuarzo y biotita y gneis pizarroso, con lentejones e inyecciones de materiales pegmatíticos. Un dique porfirico de cuarzo mozonita, marcadamente desviado al Norte, está junto al oeste de la mina de Cherokee, y otro Nordeste está al Este de la American Gial.

Estos diques son los factores primordiales de mineralización del distrito. Existen dos vetas muy marcadas Este-Oeste, casi verticales, en la zona inmediata a la American Girl-Cherokee y la Annie. Los minerales principales son calcopirita, galena, piritita y esfalerita; la ganga está formada por pizarra alterada y cuarzo. El uranio se presenta en forma de pezblenda en vetas de 1 a 50 mm. de potencia.—L. F.

DUNCAN, DONALD C.: *Results of reconnaissance for uranium in nonmarine carbonaceous rocks in parts of California, Idaho, Nevada, Oregon, Utah and Washington during 1951 and 1952*. «Geolog. Surv.», 26 páginas, marzo 1953.

Fueron estudiadas en 30 localidades en California, Idaho, Nevada, Oregon, Utah y Washington rocas carbonosas no marinas, incluyendo lignitos, hulla y turba. Las edades de las rocas eran del carbonífero al cuaternario, y se fijó la atención principalmente en los lignitos del terciario medio y superior del norte de Great Basin. La mayor parte de las rocas estudiadas no contienen uranio como elemento esencial, pero los esquistos ligníferos del distrito de Goose Creek, Idaho, los esquistos carbonosos finos de Hagerman, Idaho y una pequeña formación de turba en Davis Co., Utah, contienen más de $0,00 < \frac{1}{2}$ % de U.—L. F.

TALBOT, F. D. F. y SPINKS, J. W. T.: *Studies on Saskatchewan uranium ores*. «Precambrian», 26, núm. 12, 11-13, 15-16, 35 diciembre 1953.

Revisan los nuevos descubrimientos de uranio en Saskatchewan y los estudios orientados al beneficio de minerales pobres de uranio. Los estudios radiométricos por difracción de rayos X y autoradiográficos muestran que el mineral uraninita está en la formación como cristales pequeños de 0.2 mm. Estos cristales están asociados a la biotita y ampliamente diseminados por toda la roca. Después de la molienda la uraninita se encuentra en la porción más fina. El mineral es de fácil separación por flotación. Dan tablas con los valores en U_3O_8 de los concentrados.—L. DE A.

LENOBLE, ANDRÉ; SALVAN, HENRI, y ZIEGLER, VAKERY: *Sur le découvert de l'uranium dans les niveaux phosphatés du Maroc (Regions de Chichaona, Imi n'Tanout, Louis Gentil et Khouribga)*. C. R. 238, 1.720-21, 26 abril 1954.

Los minerales descubiertos en 1934 se caracterizaron como vanadatos de uranio cercanos a la tiyamunita, carnotita o ferghanita. En estudios recientes se aprecia que la radiactividad se localiza en los niveles fosfatados, que ella crece netamente con la antigüedad de las rocas, también aumenta del techo al muro y que en cada capa la radiactividad no se mantiene constante, pero la variación es entre límites próximos.

Las leyes en uranio varían de 0.01 a 0.06 por 100 según las capas, pero se cree tengan considerable valor industrial por la inmensidad de las reservas.—L. DE A.

ESTRATIGRAFIA

TEIXEIRA, C.: «Notas sobre Geología de Portugal: O Sistema Cámbrico». Pub. Fac. Ciências de Lisboa. Lisboa, 1935.

El Cámbrico portugués se encuentra limitado a la prolongación occidental de la gran formación, que ocupa en España el Sur de la provincia de Badajoz y el Norte de las de Sevilla y Córdoba, donde se encuentran los famosos yacimientos de Alanís y Cala con faunas de Trilobites, y el del Cerro de Las Ermitas, junto a Córdoba, con Arqueociátidos.

Tiene, por lo tanto, su estudio, una gran importancia, por los datos que aporta sobre la edad y constitución de la formación.

El Cámbrico portugués, en la región de Elvas, está formado por una serie inferior pizarrosa, con intercalaciones de bancos de cuarcitas y grauwackas, y lechos interstratificados de diabasas; y una serie superior caliza, generalmente metamórfica, marmórea.

En Estremóz aflora el tramo calizo, en forma de anticlinal, entre el Silúrico superior. La serie pizarrosa de Abrantes, a pesar de las indudables analogías petrográficas que presenta con la Elvas, sólo puede ser incluida en el Cámbrico con ciertas reservas.

En la serie inferior pizarrosa, en las proximidades de Vila Boim, existen diversos yacimientos asilíferos, con una fauna principalmente trilobítica, con: *Callavia hoffati*, *Delgadella souzai*, *Hicksia elvensis*, *Hyolithes lusitanicus*, *Modiolopsis bocagei* y *Lingulella delgadoi*. Los Trilobites son muy típicos, y por comparación con las faunas del Marruecos francés y de Cala (Huelva), así como por la presencia de Mesonácidos (*Callavia*), su edad corresponde sin ningún género de dudas al Cámbrico inferior.

Esto tiene una gran importancia, porque decide definitivamente la edad de toda la formación pizarrosa cámbrica, que, orientada de NO. a SE., forma gran parte del SO. español, donde está el famoso yacimiento de Alanís, que Richter incluyó de primera intención (1940) en el Cámbrico superior, aunque posteriormente (1949) admitía su asignación al Cámbrico inferior.

Aclara también la posición estratigráfica de las calizas de Arqueociátidos, que en Alanís se superponen a las pizarras con Trilobites. Estas calizas, que en Alconera son marmóreas y también contiene Arqueociátidos, deben ser equivalentes al nivel calizo superior de Elvas, y forman, sin duda, el tránsito al Acadiense. Es cierto que en Marruecos se han encontrado Arqueociátidos mezclados con Trilobites que son típicos del Cámbrico inferior, y que, según esto, nuestras calizas de Arqueociátidos formarían la parte

superior del Georgiense, pero creemos más probable que el cambio litológico, así como la individualidad que tiene en la Península la formación calcárea, correspondan a un cambio estratigráfico mayor, y que pertenezcan ya al Acadiense.—B. M.

ALIMEN, H.: «Problèmes chronologiques du Quaternaire africain». *Bull. d'Inform. du C. E. D. P.*, núm. 26. París, 1954.

Cada vez se hace más acuciante la necesidad de establecer una cronología estratigráfica general, dentro del Continente africano, y establecer sus relaciones con las divisiones clásicas europeas. Entre otras razones, los cuantiosos hallazgos de restos humanos fósiles, nos obligan a abordar el problema, y a buscar una solución definitiva.

Sabido es que en Europa las divisiones del Cuaternario se basan en las oscilaciones glaciares. Pero en Africa estas manifestaciones apenas si tuvieron importancia, y únicamente en los grandes macizos montañosos; desde luego, no pueden tomarse como base para una subdivisión general del Cuaternario, por su localización geográfica demasiado local.

Las faunas fósiles son mucho más útiles; su concesión está ya bastante bien estudiada en Africa del Norte, Oriental y Austral. Pero si en cada una de estas regiones es posible establecer una división en niveles antiguo, medio y superior, no lo es establecer correlaciones faunísticas entre las tres regiones apuntadas: las especies no son las mismas, y tampoco aparecen simultáneamente; además, la persistencia de elementos arcaicos dificulta mucho el problema.

El estudio de las playas levantadas también debe tenerse muy en cuenta, pues ha permitido establecer una serie de períodos a los que se han dado nombres locales; pero no es prácticamente posible establecer la equivalencia entre formaciones geológicas tan locales y al mismo tiempo tan alejadas.

En opinión del autor, no se ha sacado aún todo el partido posible del estudio de las variaciones climáticas en Africa, a lo largo del Cuaternario, es decir, de la sucesión de fases «pluviales» y «áridas». En general, pueden distinguirse bien tres fases pluviales: *Kagueriense*, *Kamasiense* y *Gambeliense*, con pequeñas variantes locales que carecen de importancia. Y lo que es más importante, en cada región, estas fases pluviales pueden relacionarse directamente con la sucesión de faunas, y con las industrias líticas locales. Más difícil es establecer correspondencia entre estos tres períodos, y las playas levantadas o las terrazas fluviales, porque los fenómenos tectónicos vienen a complicar mucho el

problema, al originar ciclos erosivos independientes de las variaciones climáticas.

Queda, sin embargo, por resolver, el principal problema, la sincronización de los períodos glaciales de Europa y estos climáticos «pluviales» africanos. Es necesario emprender estudios detallados que permitan establecer relaciones más precisas.—B. M.

RUTTEN, M. G.: «Sur la genèse des dépôts à Ammonites pyriteuses». *C. R. Som. des Séanc. de la Soc. Géol. de France*, núm. 15. París, 1953.

En general, se ha venido admitiendo siempre, tácitamente, que los sedimentos margosos con ammonites fosilizados en pirita, que tan frecuentes son en ciertos horizontes estratigráficos, como, por ejemplo, en el Infracretáceo, corresponden a depósitos de facies batial.

Sin embargo, ciertos hechos observados en la «Fosa Voconcianna» (Provenza), donde alternan repetidamente estas facies con otras netamente neríticas, llevan al autor a pensar que probablemente las facies de ammonites piritosos no son batiales, sino neríticos o litorales.

En primer lugar, examina la cuestión de si los depósitos margosos han tenido que formarse precisamente en aguas profundas y tranquilas. De las observaciones llevadas a cabo en las cuencas de sedimentación actuales, resulta que el depósito de margas está condicionado a los aportes detríticos finos del continente, y que muy bien ha podido formarse en zonas neríticas, por un proceso de sedimentación rítmica análogo al de las cuencas hulleras parálidas.

Examina luego las condiciones de «reducción» necesarias para la transformación del hierro férrico en ferroso, y hace notar que no está localizado a las zonas profundas de sedimentación. Por una parte, la presencia de pirita en las capas de carbón demuestra este aserto. Por otra, los estudios de Mme. Brongersma-Sanders sobre la sedimentación marina actual.

Los fenómenos de «water-bloom», que nosotros llamamos «purgas» del mar, consisten en la floración en masas enormes, de ciertos flagelados que invaden extensiones marinas muy considerables, cambiando el color del agua del mar, que se vuelve rosada, fosforescente, etc. Como consecuencia, se produce la secreción de productos tóxicos, y la descomposición de grandes masas de materia orgánica, resultando así un medio reductor apropiado para el depósito de sales ferrosas, de pirita.

En definitiva, es muy probable que estas facies temporales de margas con Ammonites piritosos representen sencillamente períodos de floración del microplancton, como consecuencia de ciertas

condiciones periódicas «hipertróficas» del agua marina, y pueden ser perfectamente, litorales o neríticas. Esta hipótesis está de acuerdo con la fauna fósil de tipo nerítico, que se encuentra asociada a los Ammonites piritosos, y la ausencia total de elementos bentónicos.—B. M.

GEOFISICA

COWPER, G.: *Aerial prospecting with scintillation counters*. «Nucleonics», 12, núm. 3, 29-32, marzo 1954.

Para que la prospección radiactiva aérea sea eficaz, necesita reunir determinadas condiciones, como el que aflore cierta cantidad de la formación mineralizada, sensibilidad suficiente en el detector radiactivo para registrar los cambios en profundidad de la radiactividad y que el peso y volumen sean pequeños para instalarlo cómodamente en el avión. Las dos últimas condiciones ya se logran en aparatos de serie con contadores de destello.

Discute el autor, según los casos, si la prospección se ha de efectuar con helicóptero o aeroplano, pero, desde luego, los vuelos se tienen que efectuar a pequeñas alturas, de 150 a 200 m., y velocidades de 60 m./s.

Lo más difícil es la interpretación de las gráficas obtenidas durante el vuelo. Da un comentario de los resultados logrados en diferentes condiciones en los vuelos.

No menciona localidades; sólo da cuenta de que las investigaciones se efectuaron en Canadá.—L. DE A.

STOYKO, NICOLAS: *Sur le tremblement de terre de Málaga du 29 mars 1954*. «C. R.», 238, 1526-28, 5 abril 1954.

Según los registros continuos del Observatorio de Paris sobre un cilindro de Belin, deduce $\alpha' = 85,8$ para la amplitud media de los péndulos, y $J = 2374 \mu$ para la impulsión. Estos valores son concordantes con los precedentes.

El valor de la impulsión para los péndulos de plano de oscilación E.-O. es 2157μ y para el N.-S., 2675μ . El valor máximo de la impulsión es en la dirección del epicentro, situado hacia el Sur.—L. F.

ROTHÉ, JEAN-PIERRE; MERY, JEAN, y PETERSCHIMITT, ELIE: *Le seisme «profond» du 29 mars 1954 en Espagne*. «C. R.», 238, 1530-31, 5 abril 1954.

Sitúan el epicentro en las coordenadas $36^{\circ}9' N.$ y $3^{\circ}3' O.$ en el S. de España, bajo Sierra Nevada, cerca de la costa mediterránea. Deducen

para la hora $6^h 17^m 9^s$. La magnitud superior es del orden 7. Este es el primer foco profundo situado fuera del círculo sísmico circumpacífico.—L. F.

GEOQUIMICA

SUNDIUS, N. y BYSTRÖM, A. M.: *Decomposition products of muscovite at temperatures between 1.000° and 1.260° C.* «Trans. Brit. Ceram. Soc.», LII, 632-42, noviembre 1953.

Fueron calentadas entre 1.000° y 1.260° muestras de moscovita y sus productos de descomposición y estudiadas al microscopio y por medio de los rayos X. La moscovita se descompone completamente entre 1.000° y 1.200° , y a esta temperatura tiene lugar un cambio a pseudomorfois rica en vidrio, la cual contiene mullita y Al_2O_3 (corindón $O-Al_2O_3$). La pseudomorfois se comporta como un individuo, tiene doble refracción y demás propiedades.—L. F.

PERRIN, RENÉ: *Du mécanisme des diffusions de matières dans l'écorce terrestre*. C. R. 238, 1717-20, 26 abril 1954.

Gracias a los adelantos de la sismología hoy se admite un Sial sólido y un Sima sólido, con una tendencia al restablecimiento del equilibrio termodinámico perturbado por la erosión.

Razona en el metamorfismo la gran escala de agentes alcalinos compensada por la eliminación de otros elementos como el Fe, Mg, Al, o sea, la «difusión de doble sentido».

El punto fundamental es aclarar el mecanismo de cambio. ¿Es éste un transporte por circulación de gases, columnas filtrantes o de líquidos o disoluciones en un medio sólido «estacionario»? Cree que estos cambios no son compatibles con la realidad.

Como última solución queda la difusión intercrystalina. Los hechos geológicos observados son los siguientes: 1.º El estudio de frentes de granitización muestra la corrosión de los cristales antiguos por otros que los reemplazan en todos los pasos, entre esta corrosión y la inclusión de restos de cristal antiguo, los que son eliminados por sí mismos, lo que implica difusión intercrystalina. 2.º La velocidad de propagación es superior a la de difusión intercrystalina, debido a la dificultad que oponen los aumentos de volumen que frenan la reacción. 3.º Carencia de relación aparente entre la velocidad de propagación de un frente y el número de puntos; los filones de aplita de pequeños cristales, y las pegmatitas de grandes cristales, formadas por sustitución, progresan paralelamente delante de la granitización. 4.º La preponderancia de difusiones intercrystalinas conduciría a la formación de coronas de reacción; esta apariencia

es rara y las corrosiones tienen frecuentemente formas caprichosas poco compatibles con las difusiones limitadas a los frentes.

Concluye que la difusión intercrystalina se aprecia por la observación, pero no le parece legítimo afirmar por los hechos actualmente conocidos, que desempeñe un papel esencial.—L. DE A.

GRANT, F. S.: *The geological significance of variations in the abundances of the isotopes of silicon in rocks*. «Geoch. et Cosmch. Act.», 5, 225-242, mayo 1954.

Las reacciones de cambios isotópicos tienen gran importancia geológica, y las proporciones isotópicas abren horizontes interesantes, tanto en la geología histórica como en las investigaciones de los misterios de los orígenes geológicos. Se discuten en esta comunicación los procesos físicos y químicos que conducen a variaciones en la composición isotópica de las rocas, y en especial los procesos de intercambio químico que pueden tener lugar durante los primeros grados formativos. Aplica en los casos posibles los cálculos cuantitativos derivados de conocimientos físicos de estos mecanismos al caso del silicio, los que conducen a ciertas conclusiones relacionadas con las abundancias del silicio en la historia geológica del mineral. Ellos son: 1. Se pueden calcular los límites del contenido isotópico en rocas que estuvieron en equilibrio con un magma común. 2. Es inverosímil que los procesos de difusión tengan parte en la separación isotópica del silicio, tanto en el estado sólido como en el líquido. 3. Las valoraciones de las abundancias en un mineral dado pueden descubrir si hubo o no sedimentación durante su historia.

El artículo, como dice el autor, es únicamente teórico y no contiene aportaciones originales.—L. F.

PERRIN, RENÉ: *Remarques sur les faciès de métamorphisme*. C. R. 238, 1.666-68, 21 abril 1954.

Este trabajo tiene por objeto quitar generalidad a los teóricos de Eskola ampliados por Ramberg, igual que en su día se quitó a los de metamorfismo de Grubenmann y a los de crometamorfismo de Jung y Roque.

Sostiene el autor que un mineral no puede considerarse como características de presión y temperatura, o sea, como los han admitido algunos autores, como geobarómetros y geotermómetros. Para ello considera los cinco puntos siguientes: 1.º El equilibrio químico entre minerales no siempre se ha alcanzado. 2.º La validez de las ecuaciones de equilibrio entre minerales, en que los minerales reaccionantes son en la zona considerada a la misma P y T, es decir, que sólo intervienen difusiones a distancias cortas. 3.º La teoría de la facies admite que la pre-

sión P es en cada punto la presión hidrostática. 4.º La aparición y crecimiento en un mineral en una roca sólida no tiene lugar automáticamente. 5.º Los desplazamientos locales de calor pueden tener lugar en zonas de fricción o por la exotermia de las reacciones químicas.—L. F.

SAVITCH, PARDE y BRANCHE, GEORGES: *Contribution à l'étude des cycles mineralogiques de l'uranium*. C. R., 238, 912-14, 22 febrero 1954.

Como consecuencia del análisis de más de 500 muestras de minerales de uranio llegan a las conclusiones siguientes.

Los minerales formados primitivamente en las profundidades grandes de la corteza terrestre son pobres en uranio (0-30 % UO_2) y no son accesibles a la explotación. En los minerales en que aumenta la ley en UO_3 , los elementos accesorios (concentración 0,01 %) son representados por los aniones y demuestran francamente la reoxidación de productos gruesos y una purificación por su destilación. Las condiciones de formación de los minerales más ricos en UO_3 corresponden a condiciones hidrotermales e hipergéneas. La formación de concentraciones grandes de pezblanda tiene lugar por la oxidación violenta de los halogenuros o de otros compuestos gruesos o volátiles coexistentes con cantidades grandes de oxígeno en el magma granítico.

Los macizos graníticos compactos y homogéneos contienen minerales radiactivos muy dispersos y más concentrados a causa de la falta de grandes concentraciones de oxígeno, así como de fallas, huecos y cavidades.

Por un estudio geofísico de la homogeneidad de los macizos graníticos se pueden establecer indicaciones sobre la posibilidad de concentraciones de minerales de uranio.—L. DE A.

MINERALOGIA

HOLMES, ARTHUR: *The oldest dated minerals of the Rhodesian Shield*. «Nature», CLXXIII, 612-14, 3 abril 1954.

Se dan como buenos los siguientes valores deducidos por el método del plomo para los minerales de Rhodesia.

Ebonite Claims, B'kita, S. R.	2.640 m. a.
Jack Tin Claims, Norte de Salisbury, S. R.	2.650 »
Irumi Hills, N. R.	2.620 »

Y además se tiene:

Para las rocas de Bulawayen (sedimentos y lavas)	2.640 »
Microlito de Pope's Claim	2.600 »

Como McGregor detectó estructuras de algas en las calizas de Bula-wayan, concluye que la vida empezó como mínimo hace 2.600 m. a. y probablemente hace bastante más de 2.700 m. a.—L. DE A.

NUCLEONICA

KULP, J. LAURENCE; ECKELMANN, W. R.; OWEN, H. R., y BATE, G. L.: *Studies on the lead method of age determination*. «Lamont Geological Observatory», Columb. Univ., 17 págs., 1953.

Determinan las edades de varios minerales radiactivos por las relaciones Pb^{204}/Pb^{206} , Pb^{206}/U^{238} , Pb^{204}/U^{235} y Pb^{206}/Pb^{210} .

Los valores obtenidos para muestras clásicas son concordantes con los deducidos por otros autores. Han prestado atención máxima a las anomalías de las edades de cada mineral, determinadas por las diversas relaciones isotópicas. El método del Pb^{210} es adecuado para la obtención de buenas edades. La relación 206/210 es independiente de las pérdidas de U y difusión de Rn. La última tiene un valor significativo en las relaciones 206/238 y 207/206, y puede ser medida experimentalmente y hacerse las correcciones adecuadas. Parece ser que las más indicadas para el tiempo geológico son las 207/235 y 206/210. La 206/238 reemplaza a la 207/235 en minerales muy jóvenes.—L. DE A.

SENGUITA, S.: *Una sistemática de energía α* . «Z. Physik», CXXXIV, 413-18, 1953.

La gráfica de la energía α de un núcleo con un número par de neutrones como una función del número atómico, revela una interesante regularidad. Para un número constante de neutrones, E_{α} aumenta casi linealmente con Z, con la excepción de ciertos números de protones en que aparecen irregularidades. De una investigación de estas irregularidades, parece probable la existencia de una configuración protónica más o menos estable. Se muestra que, en general, la energía α es una función de N y Z y puede ser explicada por la neutralización de la fuerza nuclear.—L. F.

SELLERS, P. A.; STEVENS, C. M., y STUDIER, M. H.: *The half life of U^{232}* . «Argonne Nat. Lab», 3 págs., noviembre 1953.

Valoran en 73.6 ± 1.0 a. el semiperíodo U^{232} por un método consistente en dilución isotópica, análisis con espectrógrafo de masas y valoración de la actividad específica de la muestra diluida por pesada y medida con contador.—L. DE A.

UBISCH, HANS VON: *Mass Spectrometry and mineralogy*. «Geol. Fören Föreländ», 75, págs. 469-489, 1953.

Estudia los diversos tipos de espectrógrafos, así como las diferentes técnicas de análisis isotópico.

Considera las causas de variaciones naturales en la composición isotópica, tanto en los elementos radiogénicos como originarios.

La aplicación geológica a la que dedica atención es a la de valoración de edades; da las gráficas clásicas para estas valoraciones, tanto por la técnica Rb/Sr como por las del Pb.

Dedica un capítulo a la exsición natural del uranio y del torio, y otro a las anomalías del argón en los minerales de uranio.

Termina con 28 citas bibliográficas.—L. DE A.

PALEONTOLOGIA

TAVARES ROCHA, A. e MARTINS FERREIRA, J.: «Estudo dos Foraminíferos fósseis do Pliocénico da Região de Pombal». *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 2.ª Série, C, Vol. III, Fasc. 1.º; págs. 129-156; 3 láms. Lisboa, 1953.

Se trata de una primera aportación al conocimiento de la microfaua, de unas formaciones, atribuidas al Plioceno inferior de facies marina, en los que los Dres. Teixeira y Zbyszewski, habían encontrado anteriormente numerosos lamelibranchios, escafópodos, gasterópodos, crustáceos, briozoos, etc.

De las 22 especies descritas, seis corresponden a la familia anomálinidos (*Cibicides*); cinco a los rotálicos (*Rotalia* y *Discorbis*); tres a los noniónidos (*Elphidium*); dos a cada una de las familias lagénidos (*Lagena*), bulimínidos (*Bolivina* y *Bulimina*), y textuláridos (*Textularia* y *Spiroplectammina*); y una a las familias miliólidos (*Quinqueloculina*), y globigerínidos (*Globigerina*). La mayoría de los individuos corresponden a los géneros *Elphidium*, *Rotalia*, *Cibicides* y *Textularia*.

De acuerdo con las conclusiones a que anteriormente llegó nuestro paleontólogo G. Colom, el autor considera la sinecia estudiada como típica de una facies costera, poco profunda, en la que se mezclan formas típicamente marinas con otras (*Rotalia beccarii*), consideradas por Colom como propias de facies lagunares litorales, lo cual se explicaría por la existencia de corrientes litorales, que arrastrarían estas formas hasta la zona nerítica.

Por lo que se refiere a la temperatura del mar en que se depositaron los sedimentos, la misma especie (*R. beccarii*) nos per-

mite situarla entre los 14 y 15°, lo cual en cierto modo, también se confirma por la existencia de formas de concha arenácea (*Textularidos*), muy frecuentes, que se desarrollan a temperaturas inferiores a los 25°.

Estratigráficamente, la presencia de *Cibicides refulgens*, que no aparece hasta el Plioceno, confirma la edad atribuída a estas formaciones.—B. M.

SHROCK, R. R., & TWENHOFEL, W. H.: «Principles of Invertebrate Paleontology», 2.ª edición, 815 págs.; 450 figs. McGraw-Hill Book Co. New York, 1953.

La antigua edición de esta obra en 1935 había quedado ya muy anticuada por el vertiginoso desarrollo de los estudios paleontológicos en estos últimos años. Se hacía necesaria una revisión a fondo de esta obra clásica, que es lo que ahora se ha llevado a cabo, duplicando su número de páginas y casi triplicando el de figuras.

Destacan en toda la obra las figuras que constituyen su ilustración, muy acertadamente distribuídas, intercalándose fotografías de fósiles, con dibujos de ejemplares reconstruídos, y otros esquemáticos, destinados a explicar la morfología y anatomía de los tipos principales de fósiles. Hay, además, numerosos esquemas y cuadros sinópticos, con la distribución estratigráfica de los grupos sistemáticos, sus enlaces filéticos y otros con la distribución paleogeográfica de algunos de ellos.

Después de una parte general, breve pero muy completa, viene la parte especial sistemática, distribuída en 15 capítulos. Todos los grupos zoológicos están tratados con suficiente detalle, pero hay algunos que merecen especial mención, por las novedades introducidas en ellos por los autores.

Los coralarios y briozoos están magistralmente expuestos, con numerosos dibujos, en los que se explica su anatomía y estructuras esqueléticas con claridad meridiana. La amplitud con que se estudian estos últimos contrasta con la brevedad con que aparecen en la mayoría de los tratados.

Los braquiópodos, moluscos y artrópodos, ocupan una gran extensión, de acuerdo con la importancia paleontológica y estratigráfica de estos fósiles. En general, se da preferencia a la parte general, reduciendo la sistemática a lo más indispensable.

Los equinodermos aparecen divididos en cuatro sub-filums: *Pelmatozoos* (formas sesiles); *Eleutherozoos* (formas bentónicas vagiles), a las que añaden: *Haplozoos* (formas sencillas, supuestas sesiles), y *Homalozoos*, entre los que, además de los *Carpóideos* in-

cluyen los *Machaeridios*, que suelen considerarse en otros tratados como cirrópodos o como moluscos.

A los graptolitos se les asigna su verdadera posición sistemática, entre los hemicordados.

Finalmente, en el último capítulo, se estudian los *Conodontos*, microfósiles paleozoicos, probablemente relacionados con partes esqueléticas de peces paleozoicos, que rara vez se encuentran en los libros de Paleontología, a pesar de su indudable importancia estratigráfica.—B. M.

KESLING, R. V.: «A slide rule for determination of instars in Ostracod species». *Cont. f. Mus. of Pal., of Michigan*, vol. XI, número 5. Ann Arbor (U.S.A., Mich.), 1953.

La creciente importancia que se va dando a los ostrácodos fósiles en las determinaciones estratigráficas dentro del Paleozoico, ha sido causa de que se aborden nuevos problemas, en orden a la determinación específica de estos microfósiles.

Una de las principales dificultades en las determinaciones específicas de los ostrácodos radica en el hecho de que la mayoría de las veces no disponemos de fósiles adultos de estos crustáceos, sino únicamente de los caparazones sueltos que se desprenden en las «mudas» que periódicamente sufren en su desarrollo ontogenético. De una manera general se puede fijar en 13 el número de estos estados sucesivos de desarrollo, teniendo en cuenta lo que se observa en los actuales.

Es, pues, de absoluta necesidad disponer de un criterio que nos permita distinguir lo que sólo son caparazones larvarios, de lo que realmente son caparazones de adultos de especies distintas, y aún distinguir las especies a base de esos caparazones que corresponden a un determinado estado de desarrollo, y aún poder apreciar a qué estado corresponden.

El autor presenta una especie de «regla de cálculo» circular, con una escala logarítmica que permite, mediante las medidas de *longitud*, *anchura* y *espesor* de los caparazones, determinar exactamente el estado de desarrollo correspondiente; teniendo además en cuenta, el valor de *superficie* y el de *volumen*, que se determinan multiplicando las dos primeras dimensiones, o las tres.

Para un determinado estado del desarrollo, comprendido del 1 al 13, es característica la relación entre *longitud* y *volumen*, que es una constante para cada especie.

La «regla de cálculo» se puede construir fácilmente, mediante dos círculos concéntricos de cartón, con una escala logarítmica en su circunferencia, de forma que puedan girar uno sobre otro, con

el centro común. Los 13 estados de crecimiento van marcados en el círculo interior, y en un ejemplar determinado se obtiene el «grado de desarrollo» correspondiente, sin más que buscar la coincidencia de ambos círculos, para las dimensiones tomadas en él. B. M.

PROSPECCION

WILLIAMS, FLOYD J. y BARRETT, DONALD C.: *Preliminary report of reconnaissance in the Cameron Area, Arizona*. «Div. of Raw. Mat. A. E. C.», 10 págs., 1 ilus., junio 1953.

Dan cuenta en este informe del reconocimiento aéreo efectuado en la parte oriental del Coconino Co., de Arizona. La zona reconocida es en el valle del Little Colorado River, entre Leup y unos 25 km. al norte de Camerón. Los yacimientos de uranio pertenecen a los horizontes triásicos de Shinarump y Chinle. Las anomalías de Shinarump no parecen interesantes, mientras que lo son los datos de Chinle.

Los criaderos de uranio de Chinle recuerdan a las formaciones del Colorado Plateau por contener muy poco vanadio y una gran variedad de trazas de elementos raros. Los depósitos están asociados corrientemente con materiales carbonosos que los rodean o depositados en sus lechos.—L. DE A.

RADIOACTIVIDAD

HOLLAND, HEINRICH D. y KULP, J. LAURENCE: *The transport and deposition of uranium, ionium and radium in divers oceans and ocean sediments*. «Geoch. et Cosmoch. Act.», V, 197-213, mayo 1954.

Los factores más importantes de la concentración de los radioelementos en los océanos son el influjo, la constante de desintegración radiactiva y la proporción con que los radioelementos son removidos por la sedimentación. Con tales datos, se pueden establecer las concentraciones de uranio y radio en las aguas oceánicas, con sus velocidades de influjo y de deposición; es posible valorar la concentración de ionio en el agua de mar como de $(3.1 \pm 1) \times 10^{-15}$ gm/m³ y la proporción de ionio transportado anualmente en los océanos. Se puede llegar a la conclusión que en la geoquímica del uranio el influjo y deposición en las aguas superficiales es de mayor importancia, mientras que, en el caso del ionio, el influjo y deposición en las aguas profundas es más importante y en el caso del radio; son factores importantes la producción por desintegración radiactiva del ionio, la desintegración del mismo ionio y la deposición de aguas profundas. En las aguas oceánicas el ionio no está en equilibrio radiactivo con el uranio.—L. DE A.

ARNDT, ROBERT H. y KURODA, PAUL K.: *Radioactivity of rivers and lakes in parts of Garland and Hot Spring Counties, Arkansas*. «Econ. Geol.», 48, 551-67, noviembre 1953.

Se ha rotado incidentalmente un contenido elevado de radón en las aguas superficiales, al estudiar el Rn en los manantiales y aguas del Hot Springs y Potash Sulphur Springs, Garland Cocenty, Arkansas. Un reconocimiento radiactivo muestra que el Rn en las inmediaciones de los manantiales es de 0.0084 a 1.07 m μ c/l y el de los lagos de menos de 0.001 a 0.123 m μ c/l. El contenido medio de los manantiales de las pizarras oscuras ordovicienses es de 0.275 m μ c/l y los de las pizarras de Stanley de edad misisipiense 0.04 m μ c/l. Las de Potaah Sulphur Spring de las sienitas dan de 0.09 a 3.16 m μ c/l. Las aguas de manantiales pequeños muestran una pérdida de 41 por 100 del total del Rn en el primer metro de su curso superficial. Los métodos de prospección radiactiva por el Rn son muy interesantes en los terrenos aptos para la acumulación de aguas subterráneas.—L. DE A.

HOLLAND, HEINRICH D. y KULP, J. LAURENCE: *The mechnism of removal of ionium and radium from the oceans*. «Geoch. et Cosmoch. Act.», V, 214-224, mayo 1954.

Fué posible mediante el empleo como indicadores del radiotorio (Th²²⁸) y torio X (Ra²²⁴) el estudiar la absorción y cambio de base en los sedimentos de masas profundas del ionio (Th²³⁰) y radio (Ra²²⁶). Por la extrapolación de los datos de absorción obtenidos con estos indicadores en la región de la concentración actual de ionio y radio en el agua oceánica, se muestra que la cantidad de ionio y radio absorbida es comparable con la observada en recientes sedimentos de océanos profundos. Esto parece demostrar que el mecanismo por el que el ionio y el radio son removidos del agua oceánica es un cambio de bases. Establecen la interpretación de las curvas radio-profundidad como demostrativas de la desintegración del ionio, que es la base del método del ionio para la valoración de edades. Finalmente, delimitan las variables que pueden ser verificadas en la aplicación de este método al datado de sucesos en el suelo submarino.—I. F.

RADIOQUIMICA

MARECHAL-CORNIL, J. y PICCIOTTO, E.: *Séparation des radioéléments naturels par l'oxyde de mésityle*. «Bull. Soc. Chim. Belges», núm. 62 Bruxelles, 1953.

El óxido de mesitilo permite extraer cuantitativamente Th, Bi y Po existentes en concentraciones inferiores a 10^{-9} g/cm³ en una solución nítrica saturada de nitrato de aluminio.

Se les separa cuantitativamente del Ra y Pb que quedan en la fase acuosa. Estas propiedades han sido verificadas para las concentraciones más bajas de estos elementos. El comportamiento de Ac y Pa no ha sido estudiado. Este solvente encontrará numerosas aplicaciones en radioquímica: separación de indicios de Th, separación de isótopos del Ra de los de Th y U, etc.

Ra (con 10^{-14} g/cm³) y Pb ($< 10^{-8}$ g/cm³) no son extraídos. Los isótopos siguientes han sido utilizados como radioindicadores: UX₁ y RdTh para Th, ThC y RaE para Bi, ThB y RaD para Pb, ThX para Ra.—L. F.

CYPRES, R.: *Analyse Spectrographique du thorium et préparation d'oxyde de thorium nucléairement pur.* «Bull. du Cent. Phys. Nucl. Univers. de Bruxelles», núm. 40, junio 1953.

El análisis espectral de débiles indicios de impurezas en los diferentes compuestos de elementos pesados, tales como el U, Th, se hace extremadamente difícil, y en ciertos casos imposible, en razón de la complejidad del espectro del mayor constituyente.

Scribner y Mullin han desarrollado para el análisis de indicios de impurezas en el U y sus compuestos un método espectrográfico indirecto, adicionando al U óxido de galio como portador. La existencia de éste permite efectuar en un arco con corriente continua una destilación para el arrastre de las impurezas contenidas en el U. En estas condiciones operatorias bien determinadas se puede también suprimir el espectro complejo de U y su interferencia con las rayas de las impurezas de los elementos a valorar.

El empleo del método de Scribner no se puede considerar más que para los elementos que, además de su espectro complejo, pueden ser transformados por una manipulación química simple, no presentando peligro de contaminación en un óxido suficientemente refractario para no destilar en el arco al mismo tiempo que el portador y las impurezas.

El trabajo tiene por objeto aplicar este método al análisis del torio. Ciertos resultados obtenidos para otros elementos son igualmente indicados.

El método de análisis puesto a punto da indicaciones más particularmente para la preparación del óxido de torio de pureza nuclear. A este fin, han procedido a la purificación de nitrato de torio por extracción en medio de diferentes solventes orgánicos.

Se inclina a poner a punto un procedimiento simple teniendo en cuenta el coeficiente de división desfavorable del nitrato de torio entre el

agua y el solvente orgánico, y han aplicado para cada solvente el tratamiento de nitratos de torio de puridades diferentes.

En cada caso efectúan el análisis y determinan el grado de purificación atendiendo al medio de una extracción por el solvente considerado.

Preparan por este método nitrato y óxido de torio nuclearmente puros.—L. F.

TECTONICA

RAT, PIERRE: *Structure de la chaîne Basco-Cantabrique entre le Massif du Gorbea et la Plaine de Durango (Espagne).* «C. R.», 238, 707-9, 8 febrero 1954.

Estudia el autor la región comprendida por el macizo de Gorbea y la muralla de calizas que limita al SO. la planicie de Durango, que forma parte de la zona anticlinal de Bilbao.

Por no conocer los últimos trabajos del I. G. y M. de E. sólo se refiere a informaciones antiguas.

Considera los tres anticlinales paralelos que van del SE. al NO., que son los de Arratia, Dima y Mañaria y, entre ellos, los sinclinales de Indusi y Aramotz afectados profundamente por las dislocaciones, carencias de regularidad y continuidad.

Llega a la conclusión de haber existido un empuje con tendencia NE.—L. F.



INDICE

	PÁGS.
Estudio de la radiactividad de la arena de la playa de Langosteira, en Finisterre (Galicia-España), por R. COPPENS	3
Procedencia del A ⁴⁰ de nuestro planeta, por JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA	15
Notas oceanográfico-geológicas, por ANTONIO DUE ROJO, S. I. ...	27
Notas para la estratigrafía y paleontología de la cuenca de Calatayud-Teruel, por M. CRUSAFONT PAIRÓ, J. F. VILLALTA COMELLA y M. JULIVERT	41
Observaciones sobre las formaciones néisicas y graníticas del sur de Toledo, por MANUEL ALIA MEDINA	59
Noticias	77
Notas informativas	85
Notas bibliográficas:	
Criaderos	131
Estratigrafía	133
Geofísica	136
Geoquímica	137
Mineralogía	139
Nucleónica	140
Paleontología	141
Prospección	144
Radiactividad	144
Radioquímica	145
Tectónica	147