

NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Sumario

Maclas del plagioclasa de rocas andesíticas de Rodalquilar (Almería), por TIRSO FEBREL.—Pág. 8

Un yacimiento fosilífero del Lías de Maranchón (Guadalajara), por J. CASTELL, S. DE LA CONCHA y J. DE LA REVILLA.—Pág. 23.

Geología del suelo vegetal, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.—Pág. 41.

El límite cambriano-siluriano en el borde Noroccidental de los montes de Toledo, por ENRIQUE RAMÍREZ Y RAMÍREZ.—Pág. 53.

Contacto metamórfico entre las calizas de Valdeamqueda y un pórfido ácido, por M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA y LUIS GARCÍA DE FIGUEROLA.—Pág. 87.

Memoria acerca de la organización y resultados logrados con el Primer Campamento para prácticas de Geología, por JOSÉ MARÍA RÍOS.—Pág. 113.

Noticias.—Pág. 133.

Notas bibliográficas: Criaderos, pág. 143.—Geografía, página 143.—Geografía física, pág. 145.—Geología, pág. 146. Geonucleónica, pág. 153.—Geoquímica, pág. 161.—Laborio, pág. 164.—Laborio de minas, pág. 165.—Nucleónica, pág. 165.—Paleontología, pág. 168.—Petrografía, pág. 172. Prehistoria, pág. 173.—Preparación de minerales, pág. 174. Prospección, pág. 174.—Química mineral, pág. 175.—Tectónica, pág. 176.



NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

DE

E S P A Ñ A

NÚMERO 40

MADRID
C. BERMEJO, IMPRESOR
GARCIA MORATO, 122.—TELEF. 83-06-19

1955

El Instituto Geológico y Minero de España
hace presente que las opiniones y hechos
consignados en sus publicaciones son de la
exclusiva responsabilidad de los autores
de los trabajos.

ES PROPIEDAD

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

Maclas del plagioclasa de rocas andesíticas
de Rodalquilar (Almería)

POR

TIRSO FEBREL

TIRSO FEBREL

MACLAS DEL PLAGIOCLASA DE ROCAS ANDESITICAS DE RODALQUILAR (ALMERIA)

El estudio microscópico de diversas muestras de lavas andesíticas de esta zona, perteneciente al sector eruptivo del Cabo de Gata, parte de las cuales fueron tomadas por nosotros en el campo y otras remitidas a este Laboratorio por el Ingeniero de Minas D. Ramón de Rotaeché, nos permitió observar la variedad de macclas que muestran los fenocristales de feldespatos, así como estudiar las diversas leyes que rigen su formación. La presente descripción no es más que la recopilación de estudios particulares efectuados en distintas muestras.

Las rocas, clasificadas como andesitas anfibólicas o labradoritas, tienen textura porfídica con fenocristales de plagioclasa, y, en menor proporción, de hornblenda y pasta hialopilitica formada por microlitos feldespáticos, sin orientación aparente, en un vidrio ligeramente birrefringente.

Los fenocristales de feldespato, cuyas leyes de macla son el objeto de este estudio, tienen estructura zonar y composición variable, con un contenido aproximado de anortita de 64 por 100 en el núcleo (labrador básico) y 55 por 100 en la periferia (labrador ácido). Hay fenocristales que se conservan casi transparentes y tienen bien marcados sus dos mejores cruceros (001) y (010) pero otros están sustituidos total o parcialmente por agrega-

dos de una mica que hemos referido a la variedad illita (mica arcillosa), pues, aunque en todo análoga a la sericita, su ángulo de ejes es muy inferior al de esta última, $2V \sim -10^\circ$. La transformación comienza en el núcleo de los fenocristales y cuando es parcial se observan feldspatos con núcleo alterado y corona transparente. Los agregados micáceos, que en un principio son incoloros, bien pronto toman color verdoso (en luz polarizada paralela) y el aspecto nuboso que caracteriza a los minerales arcillosos.

El anfíbol es una hornblenda pleocroica de color verde, parcialmente sustituida por coronas opacas de reabsorción, esencialmente formadas por gránulos de magnetita.

La magnetita no es sólo mineral de segunda formación, pues en la pasta vítrea se reconocen numerosos granillos opacos de una magnetita primaria.

DETERMINACIÓN DE LAS LEYES DE MACLA CON LA PLATINA DE FEDOROW

Comenzaremos diciendo que existen tres tipos de formaciones de macla.

a) Maclas normales en que el eje de macla es normal al plano de macla que es al mismo tiempo plano de unión.

b) Maclas paralelas en que el eje de macla es una arista del cristal, mientras que el plano de unión es una de las caras del cristal situadas en la zona del eje de macla.

c) Maclas complejas en que el eje de macla es la normal a una arista del cristal y está situado en una cara posible del cristal.

Para hallar las leyes de macla tenemos que determinar previamente el plano de unión por medio del estereo-

grama de Fedorow-Nikitin de la figura núm. 1, que contiene las curvas de desplazamiento de las diferentes direcciones morfológicas para vectores ópticos fijos. Con la

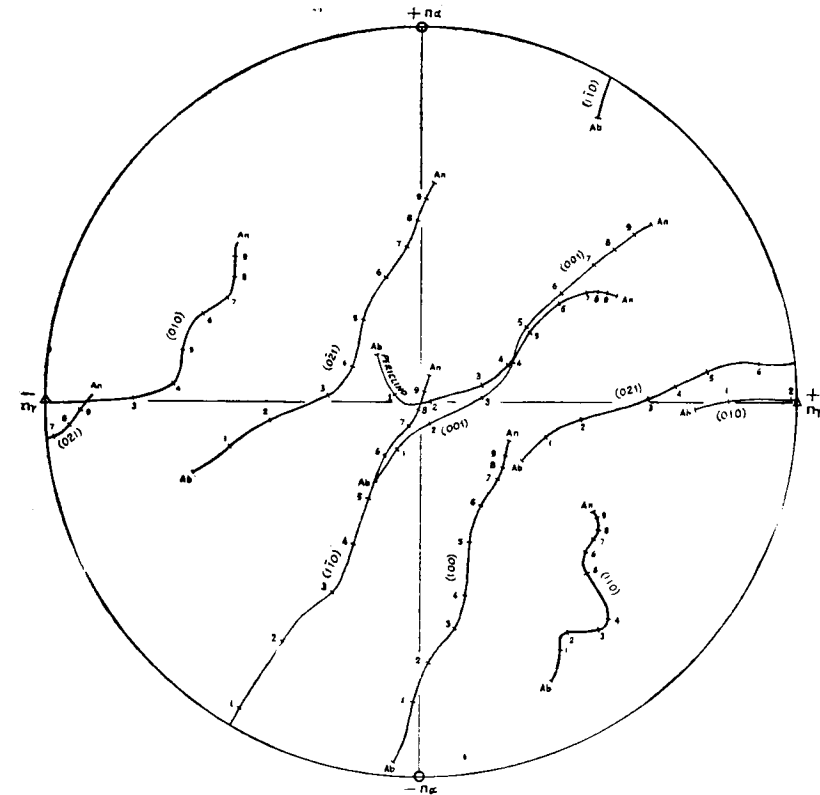


Fig: 1

ayuda de este estereograma hallamos, al mismo tiempo, el contenido en Anortita del plagioclasa, así como las leyes de macla si el polo del plano de unión cae sobre la curva del Periclinio (macla del Periclinio) sobre las curvas (021) (Baveno derecha) o $(0\bar{2}1)$ (Baveno izquierda).

Una vez determinado el plano de unión conviene hacer una primera distinción entre maclas normales de una

parte y maclas paralelas y complejas de otra, que fácilmente puede establecerse teniendo en cuenta que en las maclas normales, debido a que el plano de unión coincide con el plano de simetría, los án-

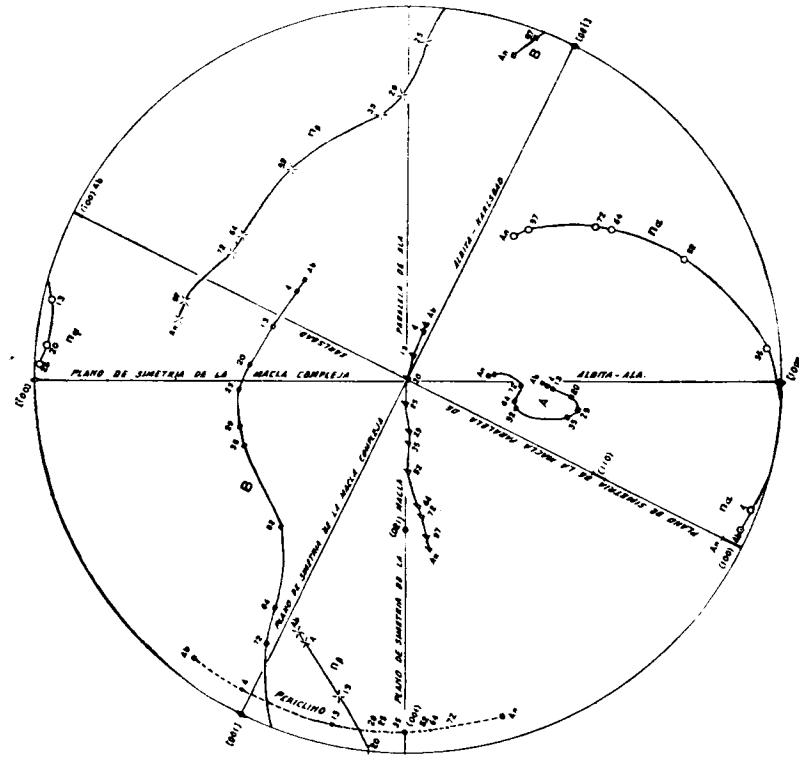


Fig. 2

gulos de extinción de los individuos maclados en la zona del plano normal al plano de unión son simétricamente iguales, cosa que no sucede en los otros dos tipos de maclas.

Las leyes de maclas paralelas o complejas se determinan con ayuda de los estereogramas de las figuras 2 y 3,

que contienen las curvas de desplazamiento de los vectores ópticos para direcciones morfológicas fijas. Se utiliza

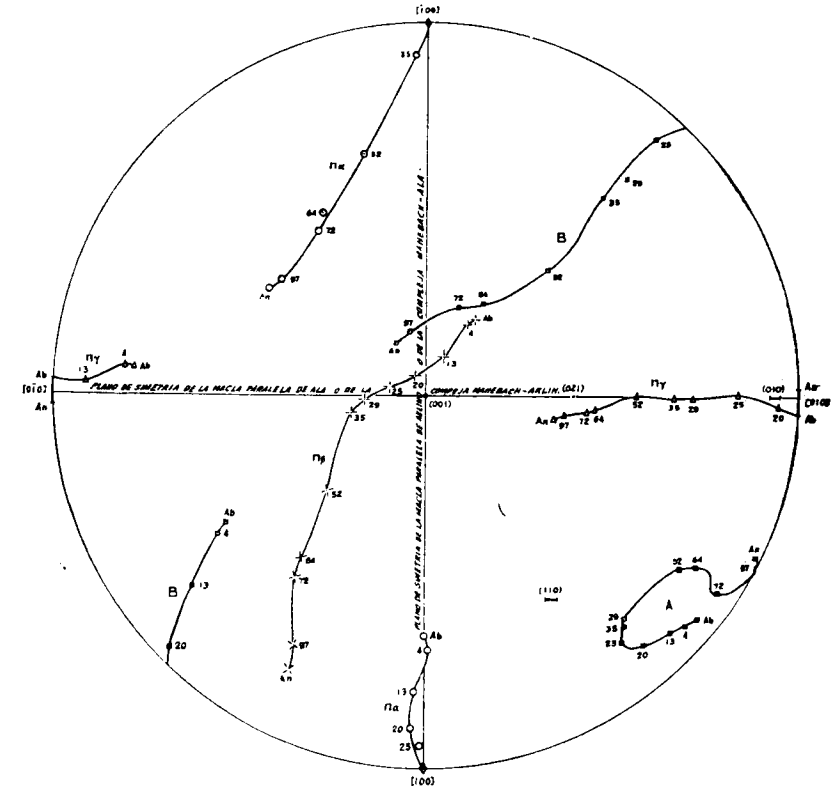


Fig. 3

el primero si el plano de unión es (010), y el segundo, si (001); en ambos casos los polos a estos planos ocupan el centro de proyección y los referidos planos son, por tanto, la superficie de proyección.

que: a) En ambos estereogramas coincidan los polos $n_a(0)$ y $n_r(\Delta)$; b) Deben ensayarse las cuatro superposiciones posibles en cada individuo y considerar sólo válida aquella en que los polos a planos de unión caen

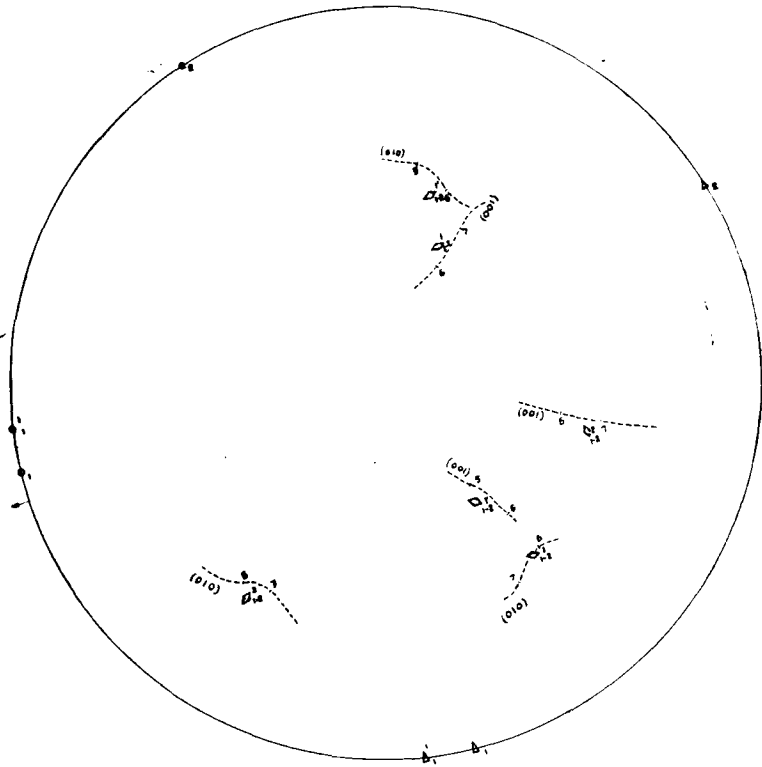


Fig. 5

en las inmediaciones de curvas de direcciones morfológicas que puedan ser planos de unión de maclas. En el mismo diagrama de la figura 5 hemos dibujado la posición de las curvas, en cuyas inmediaciones caen los polos de los planos de unión en la superposición válida.

Así podemos ver que uno de los planos de unión es el (010) porque su polo, para los tres individuos, cae

en las proximidades de la curva (010), mientras que el otro plano de unión es el (001) y, consecuentemente, su polo cae, en los tres casos, en las proximidades de la curva de desplazamiento de los polos a (001). Que los planos de macla eran paralelos a (010) y (001) lo suponíamos desde el momento que vimos que eran paralelos a los dos mejores cruceros del feldespato; lo que ignorábamos era cuál de ellos era paralelo al pinacoide lateral y cuál al pinacoide base.

Al mismo tiempo observamos, en el mismo diagrama, que los polos de los planos de unión caen, para los individuos 1 y 2, en las curvas (010) y (001) entre los puntos 6 y 7, que indican que los núcleos de estos individuos tienen un contenido aproximado de un 65 por 100 Anortita (labrador básico), mientras que los polos de los planos de unión caen, para el individuo número 1', entre los puntos 5 y 6 de las referidas curvas, y, por tanto, la periferia del fenocristal tiene una composición de un 55 por 100 Anortita (labrador ácido).

Una vez conocido el plano de unión determinemos la ley de macla. Comencemos con la macla cuyo plano de unión es el (010). Si ensayamos las extinciones en la zona del plano normal al plano de unión, observamos que los ángulos de extinción son simétricamente iguales y, por tanto, que la macla es una macla normal. Como no existe más macla normal con plano de unión (010) que la macla de la albita, se trata, por tanto, de maclas de esta ley. Si a partir del diagrama de la figura 4, mediante una rotación adecuada, llevamos el polo del plano de unión (010) al centro de proyección, las posiciones de los polos de los vectores ópticos de los individuos 1 y 2 vienen señalados en el diagrama de la figura 6, donde vemos que los polos correspondientes son simétricos respecto al centro de proyección (en este caso particular polo del eje de macla), quedando com-

probado el carácter de macla normal de la macla de la albita.

Determinemos la ley de la macla de plano de unión (001). Ensayando las extinciones en la zona del plano

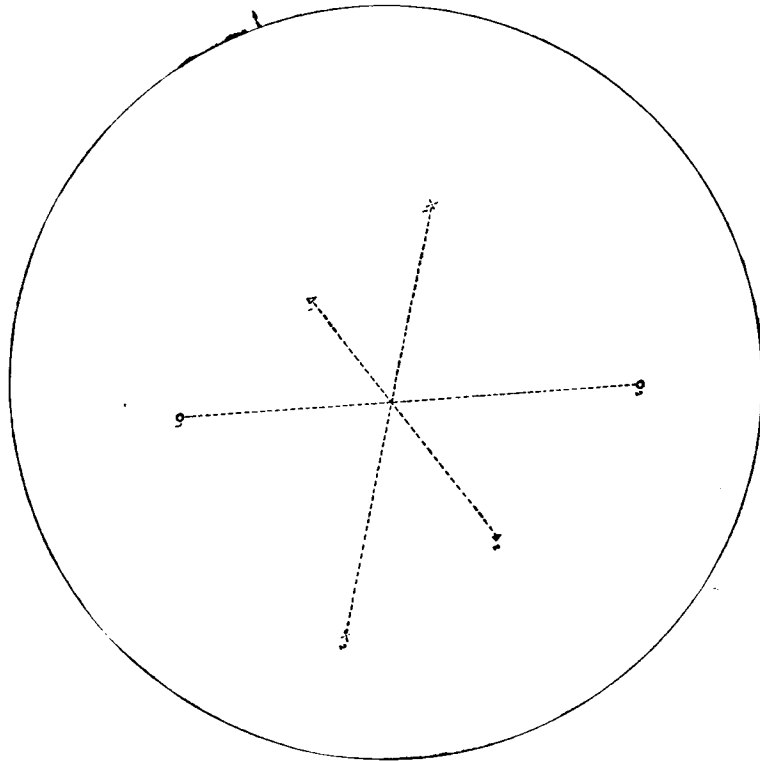


Fig. 6

normal al de unión vemos que no es una macla normal. Obtenemos el diagrama de la figura 7 a partir del número 4 pasando el polo de (001) a centro de proyección. Fácilmente se observa cómo los pares de polos correspondientes son simétricos respecto a una plano cuya traza indicamos en el diagrama. Superponiendo este

diagrama sobre el de la figura 3 de Fedorow-Nikitin y girándole sobre su centro hasta que la traza marcada coincida con la traza de un plano de macla y uno de los grupos de polos caiga sobre su curva correspondiente,

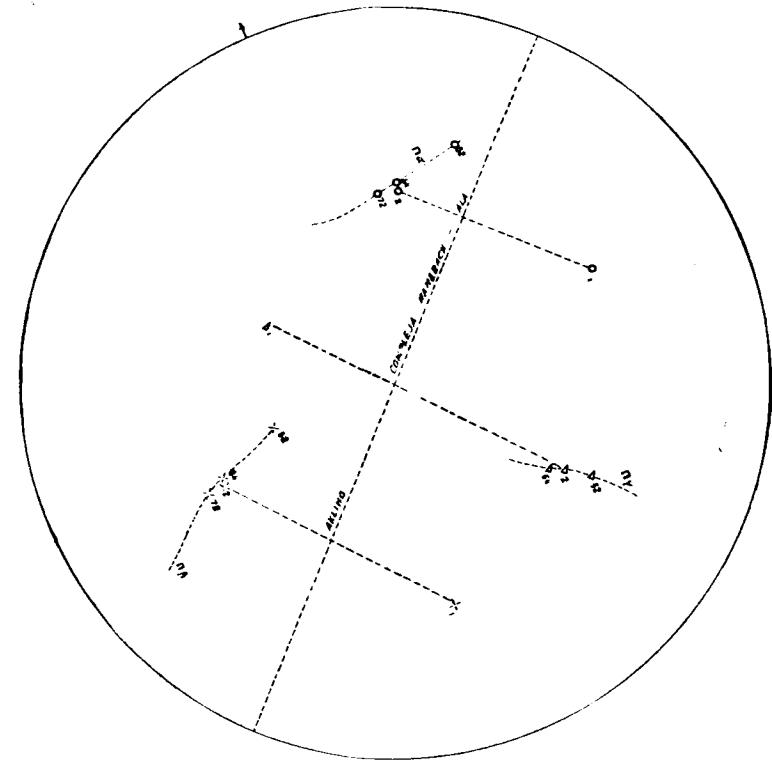


Fig. 7

vemos que cuando la traza marcada coincide con la traza del plano de macla Manebach — Ala = Aklino, los polos $\Delta_2 +_2 0_2$ caen en las curvas correspondientes a $n_\gamma n_\beta n_\alpha$ en posición próxima al 64 por 100 An, como así debe suceder, ya que el feldespato es un labrador básico, tratándose, por tanto, de una macla compleja

Manebach-Ala o de una macla paralela de la ley de Aklino. Ambos tipos no se diferencian fácilmente.

2) Estudiemos a continuación las dos series de maclas que muestran los individuos 1, 2 y 3 del fenocristal de la microfotografía número 2.

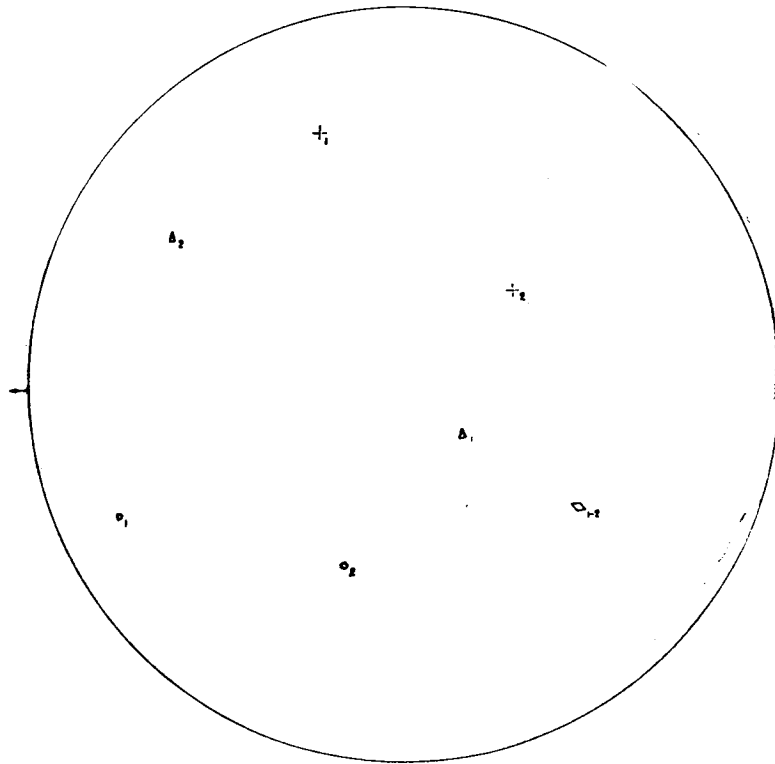


Fig. 8

Los diagramas de las figuras 8 y 9 son análogos a los de las figuras 4 y 5 del caso anterior. El polo $\langle \rangle_{1-2}$ es el polo al plano de unión de la macla entre los individuos 1 y 2 y el polo $\langle \rangle_{1-3}$ el polo al de la unión de la macla entre los individuos 1 y 3, representando ambos polos las dos series de macla cuyas leyes estudiamos.

Al superponer el diagrama de la figura 9 sobre el estereograma número 1 de Fedorow-Kikitin, hallamos que uno de los planos de unión cae en las proximidades de la curva (010) entre los puntos 6 y 7, que indica que

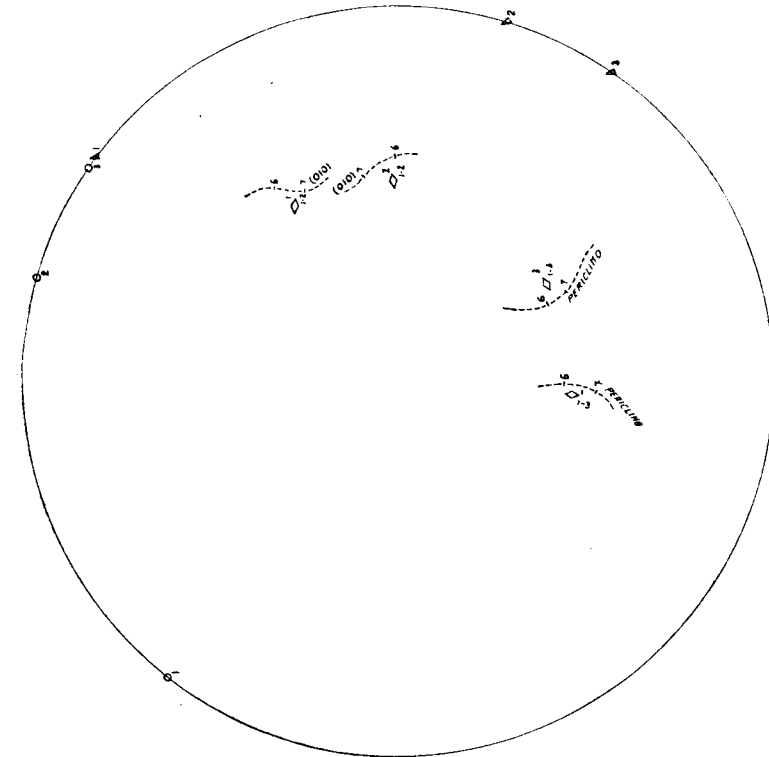


Fig. 9

el plano de unión es el pinacoide lateral y que el plagioclasa es un labrador básico con un 65 por 100 An y composición análoga a la del fenocristal del primer caso. El polo del otro plano de unión cae en las proximidades de la curva del periclino y, como lógicamente podrá suponerse, entre los puntos 6 y 7. En este último caso

la ley de macla queda determinada (macla del periclino) y no necesitamos posterior investigación.

Hallemos la ley de la macla cuyo plano de unión es el (010). La falta de simetría en los ángulos de extin-

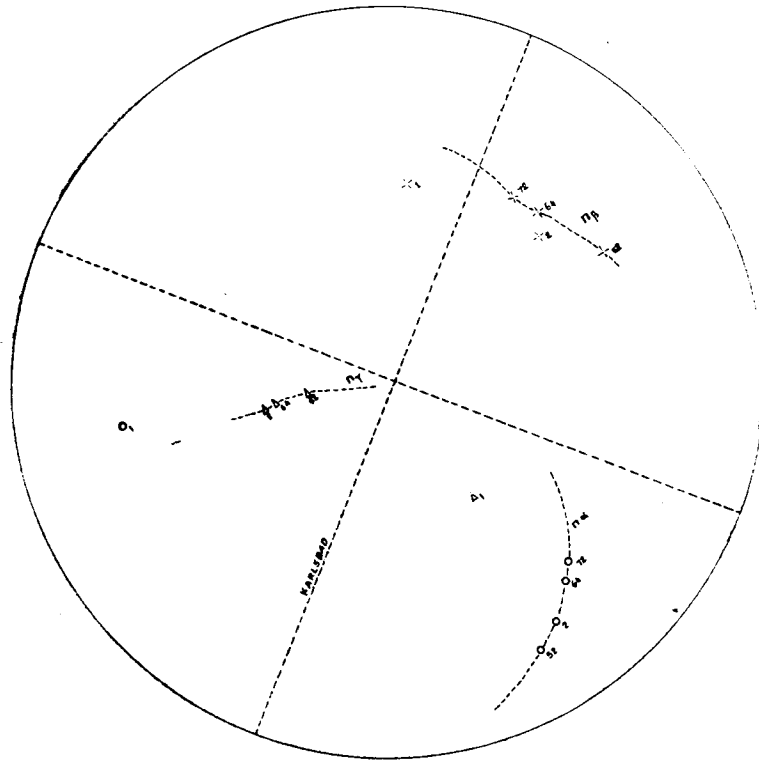


Fig. 10

ción de los individuos 1 y 2 en la zona normal al plano de unión indica que la macla no es normal.

Obtenemos el diagrama de la figura 10 de análoga manera a como compusimos las 6 y 7.

Repitiendo el razonamiento que hicimos en el de la figura 7, hallamos que el plano de simetría es el de la

ley de Karsbad y que los polos $\Delta_2 +_2 O_2$ caen en las proximidades de las curvas de sus correspondientes vectores ópticos y próximos al valor de 62 por 100, que coincide con la composición que para el fenocrystal ha-

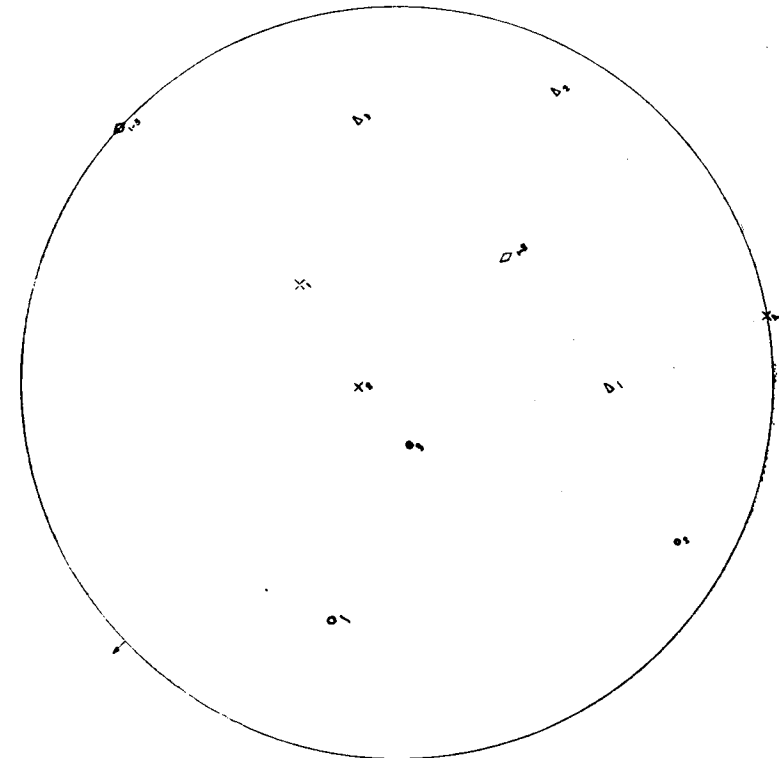


Fig. 11

llamos en el diagrama 9 y que indica composición similar a la del feldespato del primer caso.

3) Por último, vamos a determinar la ley a que pertenece la macla simple del microlito representado en la microfotografía número 3.

Tomamos un microlito con el objeto de hallar, al

efectuar la superposición sobre el estereograma número 1 de Fedorow-Nikitin, su contenido en anortita y comparar su composición con la de los fenocristales de plagioclasa que lógicamente deberán ser más básicos.

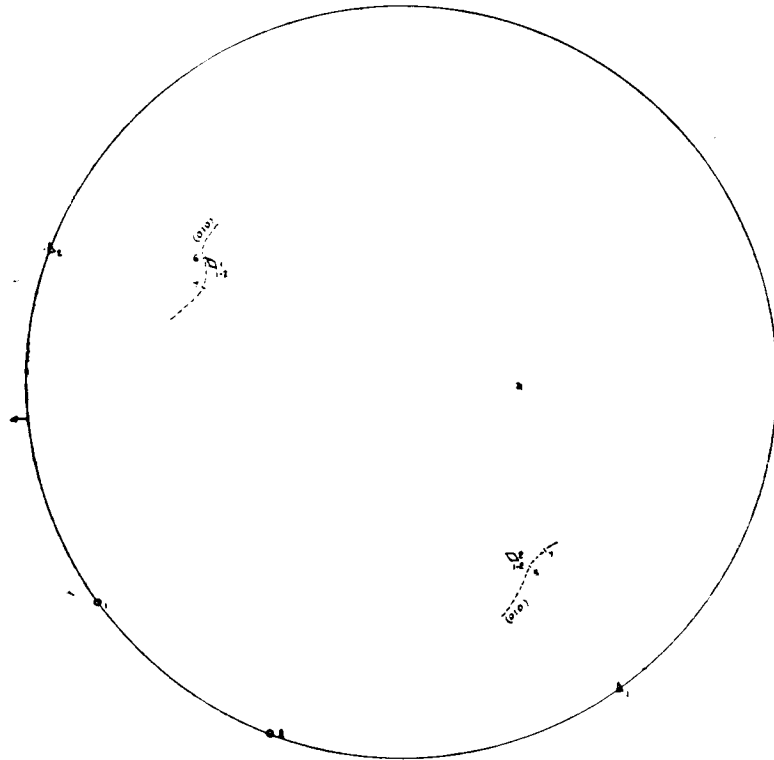


Fig. 12

Los estereogramas de las figuras 11, 12 y 13 tienen el mismo significado que los 4, 5 y 6 del primer caso.

Por superposición del 12 sobre el 1 hallamos que el plano de unión es el (010) y que el feldespato contiene un 60 por 100 de anortita, siendo ligeramente más ácido que los fenocristales estudiados.

La simetría que los polos de los vectores ópticos de los individuos muestran respecto al centro de proyección en el diagrama 13 indican que la macla pertenece

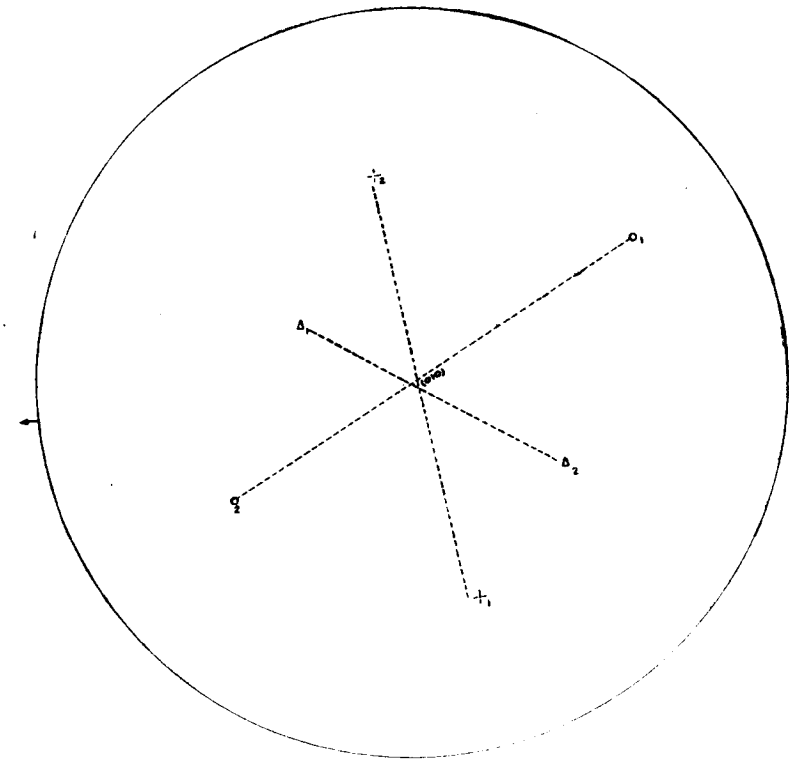


Fig. 13

a la ley normal y, por tanto, que el polo del plano de unión es el polo del eje de simetría.

La macla pertenece a la ley de la albita, que es la única macla normal que tiene a (010) por plano de unión. La ley de la albita presenta maclas múltiples, y el hecho de que en el microlito aparezca una sola macla se debe a que su estrechez impide su repetición.

La composición similar que muestran fenocristales y microlitos y el hecho de que unos y otros pertenezcan a la variedad plagio clásica labrador, indican que la denominación de labradoritas es más adecuada que la de andesitas para todas estas lavas, cuyo principal afloramiento se encuentra a unos 12 kilómetros al sur del poblado de Rodalquilar.

Haciendo un resumen de las leyes de macla encontradas podemos decir que hemos estudiado maclas normales de la ley de la albita, paralelas de la ley de Carlsbad y del Periclino y paralelas o complejos de las leyes de Aklino o Manebach-Ala.

Teniendo en cuenta de qué modo tan diferente puede aparecer en el microscopio un mismo tipo de macla, hemos de coincidir que no podemos decidirnos por una ley determinada sólo por la observación de rasgos o datos morfológicos. Las propiedades morfológicas nada demuestran, y por eso vemos la equivocación que supone querer determinar el contenido de anortita de un plagioclasa basándose en los ángulos de extinción de unas maclas cuya identidad es dudosa. Quizá sean una excepción a cuanto acabamos de decir las maclas de Baveno, que suelen aparecer con contornos cuadráticos o rectangulares, con la línea de intersección del plano de macla según una diagonal.

Hemos de terminar este trabajo diciendo que el grado de exactitud en la determinación de un plagioclasa, es decir, el porqué los polos del plano de unión de las maclas no caen sobre las curvas de desplazamiento de las direcciones morfológicas, sino más bien en sus proximidades, o los polos de los vectores ópticos no caen sobre las mismas curvas de desplazamiento de n_γ , n_β , n_α , hemos de decir que más depende de la exactitud de los estereogramas de comparación que del mayor o menor cuidado que se haya tenido en las investigaciones experimentales efectuadas.

Septiembre, 1955



Foto 1.—Ferrocrystal de labrador que muestra estructura zonar y está maclado por las leyes de la albita (1-2) y Monebach. Ala (macla que presenta los mismos individuos y puede apreciarse en la parte inferior de la foto).

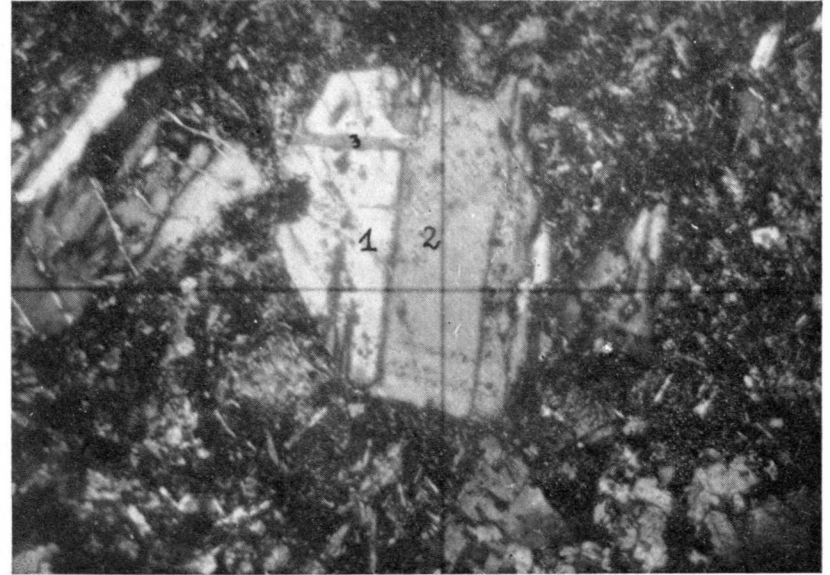


Foto 2.—Ferrocristal de labrador maclado por las leyes de Karsbad (1-2) y del Periclino (1-3).

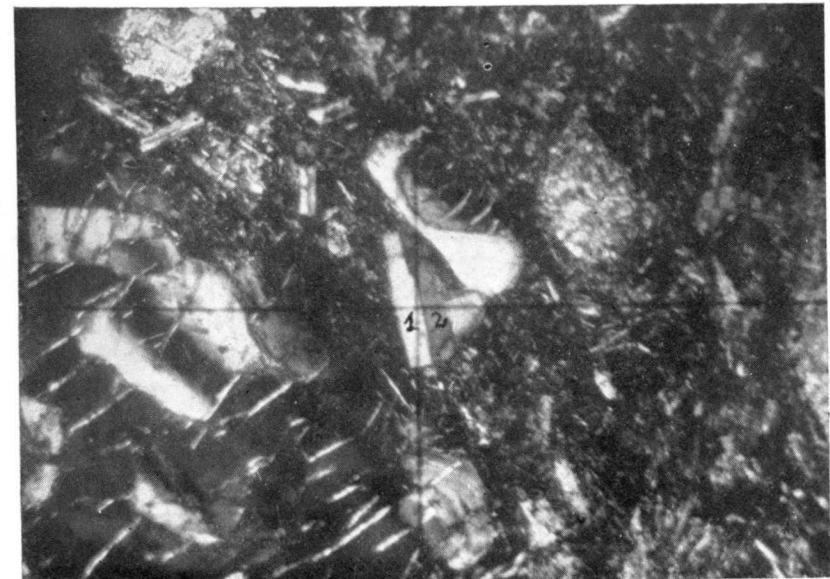


Foto 3.—Microlito feldespático de labrador maclado por la ley de la albita.

Un yacimiento fosilífero del Lías de Maranchón
(Guadalajara)

POR

J. CASTELL, S. DE LA CONCHA y J. DE LA REVILLA

J. CASTELL, S. DE LA CONCHA y J. DE LA REVILLA

UN YACIMIENTO FOSILIFERO DEL LIAS DE MARANCHON (GUADALAJARA)

En los trabajos de campo realizados para la confección de la Hoja de Maranchón hemos visto varios yacimientos fosilíferos liásicos, y entre ellos destaca el que se encuentra en el lugar conocido por el nombre de «El Mirón», que creemos es realmente interesante, no sólo por la abundancia de fósiles que en él hemos encontrado, sino también por la gran variedad de especies, muchas de ellas en muy buen estado de conservación.

Se encuentra este yacimiento a la izquierda de la carretera a Ciruelos, a unos tres kilómetros de Maranchón, y es una colina de forma cónica, de poca altura, que empieza en el borde de la carretera con tierras de labor, sobre las que aparecen unas margas blanquecinas, recubiertas más arriba y ya hasta el vértice por vegetación.

Hemos recogido las siguientes especies :

Trochocyatus aff. *magnevillianus* Edw-Haime. Toarciense.

Isocrinus jurensis Quenst. Charmutiense-Toarciense.

» *crista-galli* Quenst. Charmutiense-Toarciense.

» *scalaris* Godf. Charmutiense-Toarciense.

» *basaltiformis* Miller. Charmutiense-Toarciense.

Millericrinus Hausmanni Roem. Toarciense.

- Rhynchonella meridionalis* Desl. Toarciense.
 » *Bouchardii* Dav. Toarciense.
 » *Batalleri* Dubar. Toarciense.
 » » » var. *tifritensis*, Flamand.
 Toarciense.
 » *subtriqueta* Canavari. Toarciense.
 » *jurensis* Quenst. Toarciense.
 » *cynocephala* Richard. Toarciense.
 » *fodinalis* Tate. Charmutiense.
 » » » var. *paucicostatae*, nov. Char-
 mutiense.
 » *tetraedra* Sow. var. *Northamptonensis*, Dav.
 Charmutiense.
 » aff. *plicatissima* Quenst. Charmutiense-Toar-
 ciense.
 » aff. *dublètonensis* Dav. Charmutiense.
- Terebratula ovulum* Quenst. Charmutiense-Toarciense.
 » *submaxillata* Dav. Toarciense.
 » *bimammata* Rothpl. Toarciense.
- Waldheimia Darwini* Desl.
 » *alpina* Geyer. Toarciense.
 » *resupinata* Sow. Charmutiense.
- Zeilleria punctata* Sow. Charmutiense.
 » *jauberti* Desl. Charmutiense-Toarciense.
 » *subpunctata* Dav. Charmutiense.
 » *cornuta* Sow. Charmutiense.
- Exogira Alexandri*, nov. sp. Toarciense.
Liostrea aff. *calceola* Zieten. Toarciense.
Lopha gregarea Sow. Toarciense.
 » » » var.
 » *Perdalianae* Menegh. Toarciense.
 » *Asellus* Merian. Toarciense.
- Arctostrea rastellaris* Musnt. Toarciense.
 » *rustica* Defr. Toarciense.
- Plicatula spinosa* Sow. Charmutiense-Toarciense.
Pseudopecten aequivalvis Sow. Charmutiense.

- Chlamys textorius* Schl. Charmutiense-Toarciense.
 » *Humberti* Dumort. Domeriense.
- Entolium demissum* Phill. Toarciense.
 » *Palaemon* D'Orb. Charmutiense.
- Ctenostreon proboscideum* Sow. Toarciense.
 » *electra* D'Orb. Toarciense.
- Plagiostoma gigantea* Sow. Charmutiense.
 » *egaea* D'Orb. Toarciense.
 » *hesione* D'Orb. Toarciense.
 » *punctata* Desh. Charmutiense-Toarciense.
 » *aciculata* Münster. Toarciense.
 » *Gueuxii* D'Orb. Charmutiense.
 » *erosne* D'Orb. Charmutiense.
- Limea Almela*, nov. sp. Charmutiense-Toarciense.
 » *Riosi*, nov. sp. Charmutiense-Toarciense.
- Pseudolimea pectinoides* Desh. Charmutiense.
Mytilus sowerbyanus D'Orb. Lias sup.
Modiola sp.
Gercillia aff. *aviculoides* Sow. Charmutiense-Toarciense.
Arca Sampelayoi, nov. sp. Toarciense.
 » sp.
- Trigonia similis* Agass. Toarciense.
Molde de Trigonia lineata Agass. Toarciense.
Moldes de Trigonias.
- Astarte leda* D'Orb. Toarciense.
 » *glycerii* D'Orb. Toarciense.
 » *eryx* D'Orb. Charmutiense.
- Nucula nina* Boriss. Toarciense.
 » *Hammeri* Defr. Toarciense.
 » sp.
- Unicardium Onesime* Dumort. Toarciense.
 » *Stygis* Dumort. Toarciense.
- Ceromya Varusensis* Dumort. Toarciense.
 » *concentrica* Sow. Toarciense.
 » sp.
- Corimya alta* Agass. Toarciense.

- Pleuromya meridionalis* Dumort. Charmutiense.
 » *Jauberti* Dumort. Charmutiense.
 » *liasina* Schüb. Sinemuriense.
 » aff. *Toucasi* Dumort. Sinemuriense.
Lyonsia aff. *doris* D'Orb. Sinemuriense.
Venus aff. *caudata* Goldf. Toarciense.
Cytherea aff. *astartoides* Thevenin. Toarciense.
Cyprina aff. *Loweana* Morris-Lycet. Toarciense.
Pholadomya fidicula Sow. Toarciense.
 » *ambigua* Sow. Charmutiense.
 » *reticulata* Agass. Charmutiense.
 » aff. *Murchisoni* Sow. Toarciense.
Natica Pelops D'Orb. Toarciense.
 » *Koninckiana* Chap-Dew. Toarciense.
 » sp.
Pleurotomaria sp.
Arietites bisulcatus Brug. Sinemuriense.
Oxynoticeras oxynotus Quenst. Lotharingiense.
 » cf. *Guibalianus* D'Orb. Lotharingiense.
Amaltheus margaritatus Monfort. Domeriense.
Paltopleuroceras Buckmani Mox. Domeriense.
Hildoceras bifrons Brug. Toarciense.
Hildoceratoides cf. *Bicolae* Bon. Charmutiense.
Arietoceras perspiratum Meneg. Toarciense.
Harpoceras pectinatus Meneg. Toarciense.
 » *Ruthenensis* Reym. Toarciense.
 » *Mercati* Hauer var. *micrasterias*, Meneg. Toarciense.
Grammoceras normanianum D'Orb. Charmutiense.
Protogrammoceras celebratum Fuc. Domeriense.
Dumortieria radians Rein. Toarciense.
 » *costula* Rein. Aalenense.
 » *Haugi* Geyer. Charmutiense.
Bassaniceras Bassani Fuc. Domeriense.
Emaciaticeras levidorsatum Fuc. Domeriense.
Pleydellia aalensis Zieten. Charmutiense.

- Hammatoceras insigne* Schubler.
Haugia variabilis D'Orb. Toarciense.
Leioceras opalinum Rein. Aalenense.
 » » » var. *comptum* Rein. Aalenense.
 » intermedio entre el *opalinum* y el var. *comptum* Rein. Aalenense.
Praelioceras aff. *insuetum* Fuc. Domeriense.
 » » *Diodorei* Fuc. Domeriense.
 » *Lamacoi* Fuc. Domeriense.
Nautilus intermedius Sow. Charmutiense.
Nannobelus spinatus Quenst. Toarciense.
Acrocoelites oxiconus Hehl in Zieten. Toarciense.
Acrocoelites Blainvilliei Voltz. Toarciense.
Serpula filaria Goldf. Toarciense.
 » *gordialis* Schlot. Toarciense.
 » *quinguesulcata* Munst. Toarciense.

Como puede observarse en la lista de fósiles, existe en el yacimiento algo de Sinemuriense, Charmutiense y Toarciense, sin que se pueda hacer una separación estratigráfica por encontrarse mezclados los ejemplares.

En esta nota sólo vamos a ocuparnos de algunas de las especies citadas en la anterior relación, haciendo una ligera reseña de ellas, describiendo las nuevas, y del resto trataremos en la Hoja de Maranchón.

EXOIRA ALEXANDRI, nov. sp.

Lám. I, fig. 1

Concha de tamaño medio, cuyas dimensiones varían de 22 a 52 mm. de longitud, 16 a 30 mm. de anchura y 11 a 27 mm. de altura.

La valva inferior o izquierda es profunda, la mitad anterior cóncava y la posterior convexa, formando dos superficies muy inclinadas, que al reunirse en el centro de la concha determinan una quilla muy aguda y cortante en toda su

longitud. La superficie presenta gruesas curvas de crecimiento irregularmente separadas.

La valva superior es operculiforme, aplanada, eléptica, con un reborde marginal y muy recurvada en el umbo.

Tiene alguna semejanza con la *Exog. Vinassai* Díaz Rom. ; pero se diferencia de ella, además del tamaño, en que no tiene en la valva superior la carena que la divide, y, en cambio, la tiene fuertemente aguda en toda la longitud de la valva inferior, mientras en la *Vinassai*, cuando la tiene es mucho menos acusada.

Esta especie la dedicamos emocionadamente a la memoria del que fué nuestro buen amigo el ingeniero de Minas don Alejandro Hernández Sampelayo, cuya inesperada y prematura muerte nos afectó tan dolorosamente, y cuyo recuerdo está siempre entre nosotros.

Toarciense.

LIOSTREA aff CALCEOLA Zieten

Lám. I, fig. 2, 2.^a

1900.—Greppin, Ed. Description des fossiles du Bajocien supérieur des environs de Bale. 3me partie. Pág. 153, lám. 17, fig. 6.

Concha reniforme, oval, oblicua, muy inequivalva, redondeada en la extremidad bucal, más o menos truncada en la extremidad anal. Valva izquierda profunda, recubierta de pliegues de crecimiento, superficie de adherencia más o menos extensa, truncando la concha en el costado cardinal. Valva derecha operculiforme, cubierta de láminas concéntricas acentuadas y numerosas en el contorno y de rugosidades irregulares hacia el corchete, que es pequeño.

Toarciense.

LOPHA GREGAREA Sow

Lám. I, figs. 3, 4

1845.—Sowerby, J. Conchyologie Minéralogie de la Grande Bretagne. Pág. 163, lám. 111, figs. 1, 2.

1885.—Mallada, L. Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. Tomo II, pág. 104, lámina 30 B, figs. 11, 12.

Concha oblonga, arqueada, con pliegues rugosos que parten de una quilla o de un surco longitudinal central ; valvas desigualmente convexas y, en general, encorvadas hacia el lado donde está la impresión muscular. En la menor hay una depresión que corresponde al saliente de la opuesta. Nates prominentes y arqueados.

Toarciense.

LOPHA PERDALIANAE Meneg

Lám. II, fig. 1, 1a

1939.—Stefanini, G. Molluschi del Giurassico della Somalia. Pág. 195, lám. 22, figs. 4, 5.

Concha marcadamente inequilátera, oblicua, de contornos subelípticos, con umbo pequeño, margen anal corto, débilmente curvado. Línea paleal ampliamente redondeada.

Un pequeño tubérculo separa el margen bucal del cardinal anterior.

La valva inferior, marcadamente convexa, con una amplia área de adhesión. Del lado anterior la parte adyacente a la línea cardinal carece de ornamentación, luego bruscamente se presentan costillas radiales, simples o bifurcadas, un poco onduladas de perfil redondeado.

La valva superior presenta también, igual que la inferior,

una superficie lisa y otra con costillas radiantes, iguales a la de la valva anterior.

Toarciense.

LOPHA ASELLUS Merian

Lám. II, fig. 2

1900.—Greppin, Ed. Description des fossiles du Bajocien supérieur des environs de Bale. Pág. 147, lám. 17, figuras 1, 2, 3.

Concha más alta que ancha, arqueada, poco inequivalva, no muy gruesa. Región bucal regularmente redondeada, región anal cóncava o rectilínea; tiene cerca del corchete una expansión relativamente grande. Valva izquierda muy poco adherente y próximamente del mismo espesor que la valva derecha. La superficie de las valvas está cubierta de una treintena de costillas, estrechas, cortantes, que, partiendo de los corchetes, se dirigen hacia el contorno. Los intervalos entre las costillas son profundos y angulosos. El borde de las valvas es fuertemente dentado. Finas estrías de crecimiento recubren toda la superficie.

Toarciense.

ARCTOSTREA RUSTICA Defr.

Lám. II, fig. 3

1939.—Stefanini, G. Molluschi del Giurassio della Somalia. Pág. 199, lám. 22, fig. 9.

Concha poco inequivalva, marcadamente inequilátera, recurvada a la derecha, adornada con gruesas costillas agudas divergentes del eje medio de la concha, curvadas y separadas por intervalos profundos y agudos. Las costillas, generalmente, son simples y algunas veces bifurcadas. Las posteriores son más pequeñas y más regularmente dispuestas

que las anteriores. Posteriormente al umbo existe una expansión más o menos amplia, sobre la cual se extienden las costillas. El área de inserción es reducida y el umbo poco saliente.

Toarciense.

ARCTOSTREA RASTELLARIS Müntz

Lám. II, fig. 4, 4^a, 4^b

1834.—Münster in Goldfuss. Petrefact. Germ. Tomo II, página 8, lám. 74, fig. 3.

1883.—Loriol. Et des couches à Mytilus. Pág. 77, lám. 11, fig. 25.

1894.—Loriol. Raurac. inf. Jura. Bern. Pág. 72, lám. 9, figuras 1, 3.

1900.—Greppin. Foss. Bajoc. envir. de Bale. Pág. 149, lámina 16, fig. 8.

1939.—Stefanini. Molluschi del Giurassio della Somalia. Página 199, lám. 22, fig. 9.

Concha poco inequivalva, inequilátera, corta y alta, de contorno reniforme, región bucal redondeada, región anal cóncava o rectilínea, con una expansión aliforme próxima al umbo. Está ornamentada por costillas agudas, altas, estrechas, curvadas y algunas bífidas. Las de la mitad posterior de la valva un poco más cortas y finas que las de la mitad anterior. Están separadas por intervalos profundos, angulosos, que engranan con las costillas de la valva opuesta, formando una comisura dentada, cuyos dientes tienen trazados rectilíneos.

Toarciense.

Varias de estas *Electronyas* hemos observado que presentan en el centro de la concha una especie de gruesa costilla (lám. II, fig. 5), y otras, en su lugar, un surco profundo (lám. II, fig. 6). Esa especie de costilla no forma parte de la concha, pues sin gran dificultad hemos separado, con cincel, una de ellas, y queda entonces el citado surco.

Nosotros creemos lo siguiente: Cuando una ostrea se fija a una roca, al desprenderse queda impresa en ella la superficie de adherencia, como ocurre en la fig. 2 de la lám. I.

Si la *Alectronya* se ha fijado a un cuerpo alargado, más o menos cilíndrico, un tallo vegetal, por ejemplo, y al separarse de él arrastra el fragmento a que estaba adherida, la concha presenta esa especie de costilla central que vemos en la fig. 5 de la lám. II.

Si la *Alectronya* se separa del cuerpo a que estaba unida sin arrastrar ningún fragmento con ella, queda el surco que observamos en la fig. 6 de la lám. II, que es la superficie de adherencia.

En algunos de estos ejemplares, la *Alectronya* está unida a un tallo de crinoides, como sucede con la fig. 7 de la lám. II, en que está adherida a un tallo de *Millericrinus Hausmammi* Roem, en el que pueden verse claramente los artejos, y con una lente hemos visto también la canal central de alimentación.

Varios autores citan estas *Alectronyas* en el Dogger; las recogidas por nosotros son liásicas, como se comprueba con la fig. 1 de la lám. 3, en la que representamos una placa con una de éstas (que, por cierto, tiene el surco central a que antes nos hemos referido), y un *Chlamys textorius* Schlot, que pertenece a este terreno, y las situamos en el Toarciense por estar unida una de ellas al *Millericrinus Hausmammi* Roem, que es de este tramo.

CTENOSTREON PROBOSCIDEUM Sow

Lám. III, fig. 2

1853.—Morris, J. and Lycett, J. Moll. from the Great Oolite. Pág. 26, lám. 6, fig. 9.

1885.—Mallada, L. Sinop. espec. fós. encontr. en España. Tomo II, pág. 95, lám. 31, figs. 1, 2.

1952.—Piveteau, J. Traité de Paleontologie. Pág. 284.

Concha convexa, suborbicular, casi equilátera, adornada de 11 a 14 costillas convexas, con pliegues nudosos y lá-

minas tubulosas, prominentes a causa de las líneas concéntricas rugosas que las cruzan. Orejeta anterior sinuosa.

Toarciense.

CTENOSTREON ELECTRA D'Orb

Lám. IV, Fig. 1

1906-23.—Boule, M. Typ. du Prodr. Pal. Strat. Univers. de d'Orb. Pág. 61, lám. 15, figs. 15, 17.

Esta especie es próxima del *Ct. proboscideum*, pero es más alargada, las valvas están cubiertas de líneas de crecimiento ondulosas, pero menos espinosas, sobre todo la derecha. Las costillas son bastante agudas cerca del corchete, después redondeadas, las cinco medianas son más marcadas.

Toarciense.

PLAGIOSTOMA GIGANTEA Sow

Lám. IV, fig. 2

1885.—Mallada, L. Sinop. espec. fós. encontr. en España. Tomo II, pág. 92, lám. 31, figs. 3, 4.

Concha grande, gruesa, con estrías radiantes desiguales, algo flexuosas, más perceptibles hacia los lados. Más larga que ancha, más hinchada en la región anterior, donde hay una depresión brusca y profunda. La orejeta anterior es casi nula; la posterior pequeña, pero saliente.

Charmutiense.

PLAGIOSTOMA EGAEA D'Orb

1885.—Mallada, L. Sinop. espec. fós. encontr. en España. Tomo II, pág. 95.

Por su tamaño y aspecto es muy parecida a *Plag. gigan-*

tea, de la que se distingue por su región bucal más profundamente excavada.

Toarciense.

PLAGIOSTOMA HESIONE D'Orb

Lám. IV, fig. 3

1906-23.—Boule, M. Typ. du Prod. Pal. Strat. Univ. de d'Orb. Pág. 95, lám. 19, fig. 9.

Especie de tamaño mediano, truncada y excavada en la región bucal, lisa en el centro y ornamentada en las extremidades con estrías radiantes puntuadas.

Toarciense.

PLAGIOSTOMA PUNCTATA Desh

Lám. IV, fig. 4

1834.—Goldfuss. Petrefac. Germ. Tomo II, pág. 81, lámina 101, fig. 2.

Concha de forma redondeada, casi semicircular, adornada de finas líneas radiantes, cruzadas por otras concéntricas que producen puntuaciones casi microscópicas. El ángulo cardinal se aproxima a un recto. Región bucal excavada.

PLAGIOSTOMA ACICULATA Münt

Lám. IV, fig. 5

1834.—Goldfuss. Petrefact. Germ. Tomo II, pág. 82, lámina 101, fig. 5.

Concha subconvexa, oblicua, truncada y excavada en la región bucal. Costillas redondeadas y finas, lúnula excavada.

Toarciense.

PLAGIOSTOMA aff. GUFUXII d'Orb

Lám. V, fig. 1

1906-23.—Boule, M. Typ. du Prod. Pal. Strat. Univ. de d'Orb. Pág. 28, lám. 9, fig. 6.

Es parecida en la forma, pero las costillas son menos marcadas y tienen entre ellas pequeñísimas puntuaciones. Charmutiense.

PSEUDOLIMEA PECTINOIDES Desh

Lám. V, fig. 3

1834.—Goldfuss. Petrefact. Germ. Tomo II, pág. 87, lámina 102, fig. 12.

1885.—Mallada, L. Sinps. espec. fós. encont. en España. Tomo II, pág. 93.

Concha algo oblicua, con unas 36 costillas alternativamente grandes y pequeñas, formando éstas haces de 4 a 5 líneas salientes y compuestas cada una de las otras de 6 a 9 líneas longitudinales, todas cruzadas con estrías concéntricas que forman una red de tejido delicado.

Charmutiense.

LIMEA ? ALMELAE, nov. sp.

Lám. V, figs. 4, 4a.

Altura 6 a 8 mm.
Longitud 9 a 11,5 mm.
Grueso 4 a 5 mm

Concha pequeña, algo oblicua y muy inequilátera, con el corchete casi en el borde anterior, más larga que alta. Está ornamentada con unas 20 costillas radiantes, redondeadas,

separadas por espacios algo más anchos que el grueso de éstas. Tanto las costillas como los espacios que las separan tienen unas finísimas estrías en toda su longitud. El ángulo cardinal es casi recto.

Hasta ahora se desconocen los caracteres internos, y, por tanto, los de la charnela, por lo que la determinación genérica es provisional.

Por su forma y número de costillas es muy semejante a la *Pseudolimea pectinoides* Desh.; pero se diferencia de ella, además del tamaño, en que en ésta las costillas son agudas y no redondeadas.

Toarciense.

LIMEA ? RIOSI, nov. sp.

Lám. V, fig. 5

Altura	11 mm.
Longitud	12 mm.
Grueso	5,5 mm.

Concha pequeña, medianamente gruesa, de forma redondeada y algo más larga que alta, casi semicircular. Su superficie está ornamentada de finas líneas radiantes con microscópicas puntuaciones. El ángulo cardinal es algo obtuso.

La determinación genérica es provisional por las razones expuestas en la especie anterior.

Toarciense.

Estas dos especies de Limeas las dedicamos a los grandes geólogos y queridos amigos nuestros, señores don Antonio Almela y don José María Ríos.

ARCA SAMPDELAYOI, nov. sp.

Lám. V, figs. 6, 6a, 6b

Altura	5 a 14 mm.
Longitud	3 a 8 mm.
Grueso	2,5 a 8,5 mm.

Concha alargada, trapezoidal, gruesa. La longitud es casi doble de la altura. Corchetes agudos, de los que parte una carena muy inclinada hacia atrás. Las valvas son convexas, ornamentadas con finas curvas de crecimiento.

Tiene semejanza con el *A. minuta* Sow, pero se diferencia de ella en que la charnela es más corta; carece de estrías, los corchetes están más separados y las valvas son convexas.

Hemos recogido 95 ejemplares de esta especie, de los que solamente en tres se conserva, en parte, la concha, que permite ver la ornamentación.

Dedicamos esta especie a nuestro querido maestro el excelentísimo señor don Primitivo Hernández Sampelayo.

Toarciense.

Octubre, 1955.

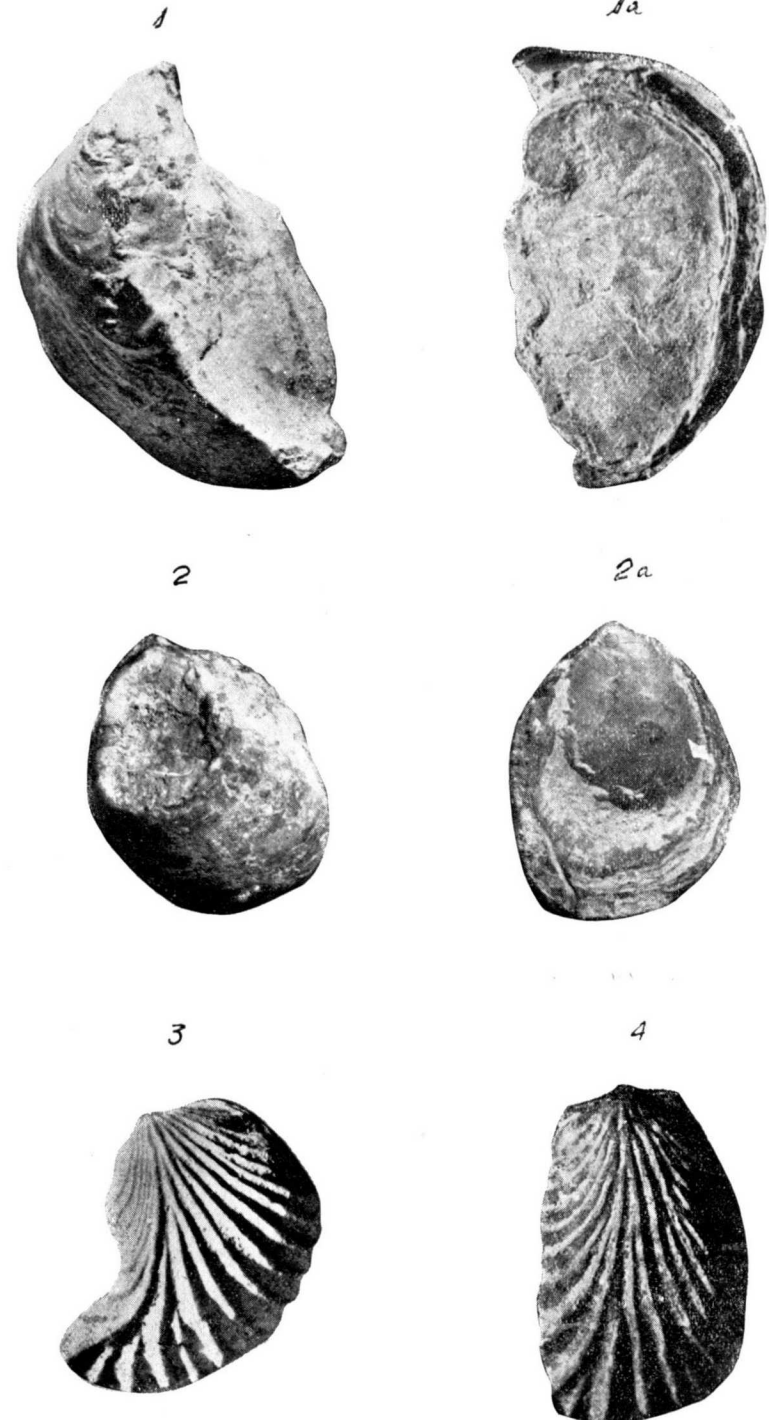
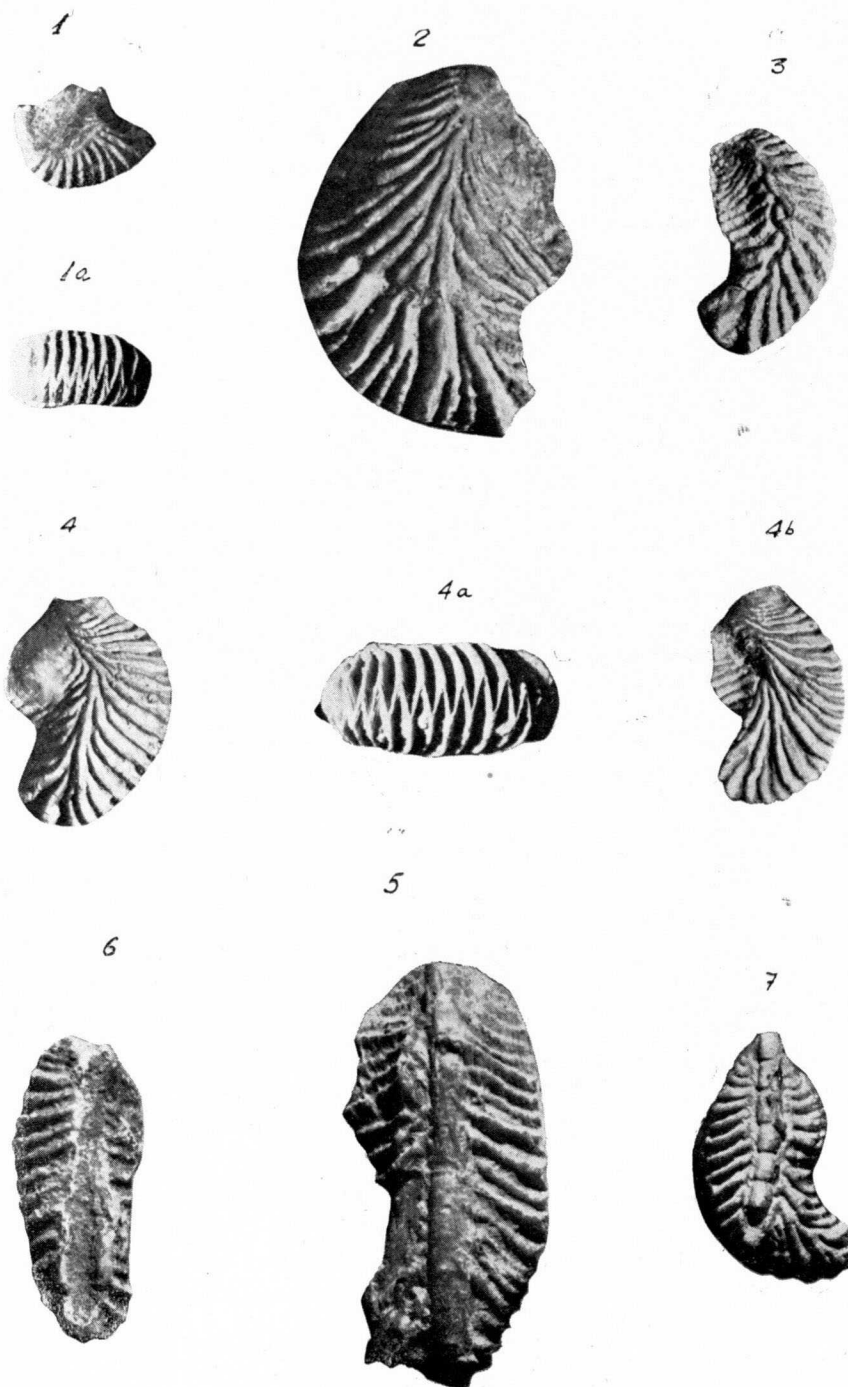


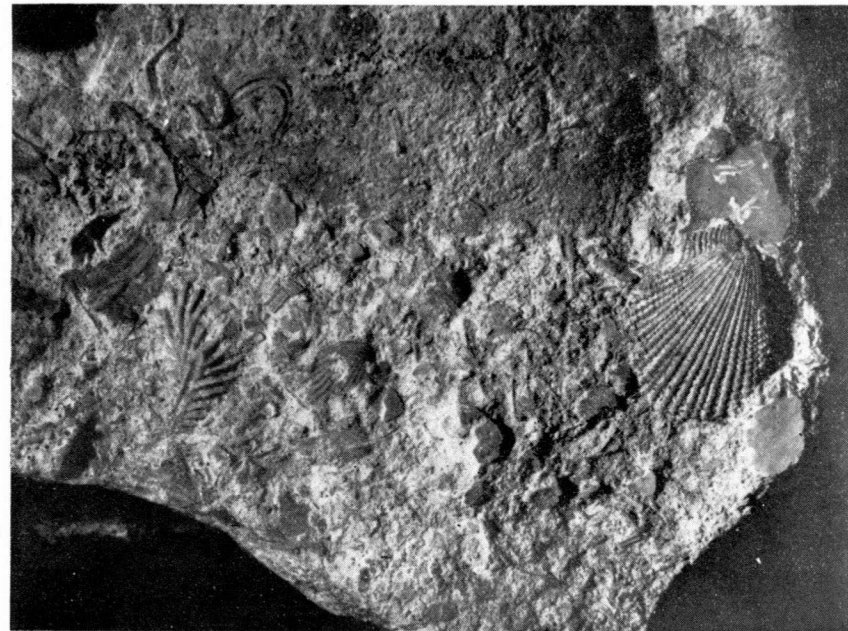
LÁMINA I

- Fig. 1, 1 a.—*Exogira Alexandri*, nov. sp. Toarciense.
 » 2, 2 a.—*Liostrea* aff. *calceola*, Zieten. $\times 2$. Toarciense.
 » 3.—*Lophogregarea*, Sow. Toarciense.
 » 4.—Otro ejemplar de la misma especie. $\times 1\frac{1}{2}$.

LAMINA II

- Fig. 1, 1 a.—*Lopha Perdalianae*, Meneg. Toarciense.
 » 2.—*Lopha Asellus*, Merian. × 2. Toarciense.
 » 3.—*Arctostrea rustica*, Defr. Toarciense.
 » 4.—*Arctostrea rastellaris*, Munst. Toarciense.
 » 4 a.—Otro ejemplar de la misma especie. × 2.
 » 4 b.—Otro ejemplar de la misma especie.
 » 5.—*Alectronya* adherida a un tallo. × 2½.
 » 6.—*Alectronya* con la superficie de adherencia de un tallo. × 1½.
 » 7.—*Alectronya* con *Millericrinus Hausmamni*, Roem. × 1½.





LAMINA III

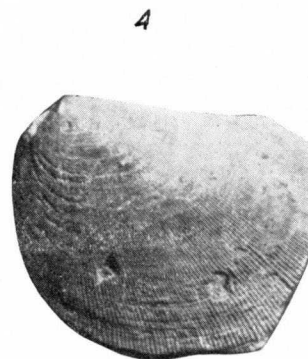
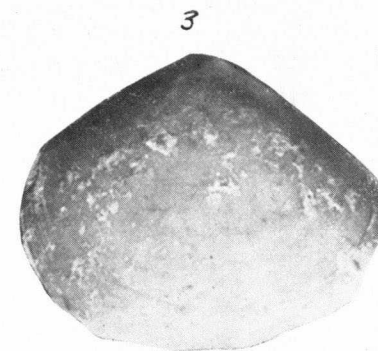
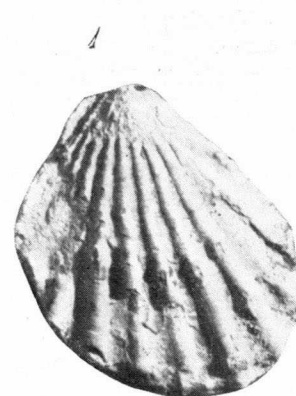
Fig. 1.—*Chlamys textorius*, Schlot. Toarciense. Algo aumentado.
» 2.—*Ctenostreon proboscideum*, Sow. Toarciense.

2



LÁMINA IV

- Fig. 1.—*Ctenostreon electra*, d'Orb. Toarciense.
 » 2.—*Plagiostoma gigantea*, Sow. $\times \frac{1}{2}$. Charmutiense.
 » 3.—*Plagiostoma hesione*, d'Orb. Toarciense.
 » 4.—*Plagiostoma punctata*, Desh. Toarciense.
 » 5.—*Plagiostoma aciculata*, Münt. Toarciense.



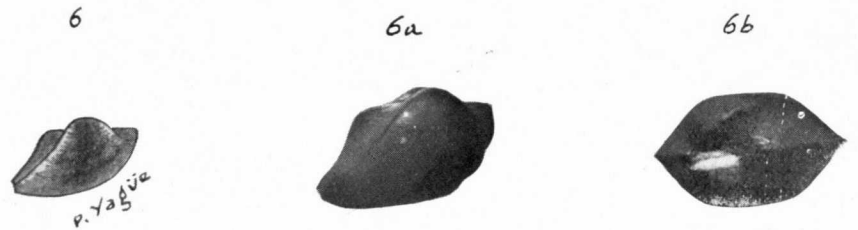
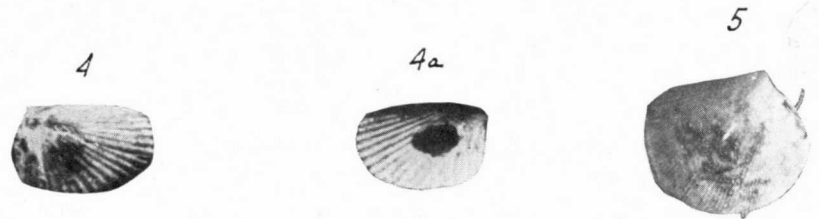
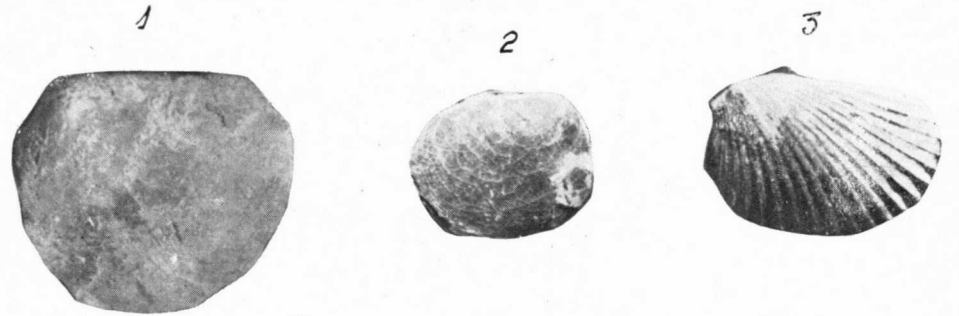


LÁMINA V

- Fig. 1.—*Plagiostoma* aff. *Gueuxii*, d Orb. × 3/4. Charmutiense.
 » 2.—*Plagiostoma Erosne*, d Orb. Charmutiense.
 » 3.—*Pseudolimea pectinoides*, Desh. × 2. Charmutiense.
 » 4, 4 a.—*Limea? Almela*, nov. sp. × 2. Toarciense.
 » 5.—*Limea? Riosi*, nov. sp. × 2. Toarciense.
 6.—*Arca Sampelayoi*, nov. sp. Algo aumentada. Toarciense.
 » 6 a. 6 b.—La misma. × 2.

Geología del suelo vegetal

POR

ANTONIO DUE ROJO, S. I.

ANTONIO DUE ROJO, S. I.

GEOLOGIA DEL SUELO VEGETAL

En esta reseña se recogen algunos datos sobre aspectos interesantes y menos conocidos de las mutuas acciones entre las fuerzas geológicas y las biológicas (incluido el factor hombre, en cuanto éste es capaz de intervenir), unas veces en cooperación y otras en lucha, que tienen lugar en la parte exterior de la corteza terrestre comprendida entre el límite superficial y la profundidad variable adonde alcanzan las actividades orgánicas; se podría sintetizar esta noción llamando al suelo vegetal *tierra viva*, porque, en efecto, prescindiendo de las plantas mismas y de la copiosa fauna de gusanos, insectos y miriápodos que la pueblan, en un terrón del volumen de un centímetro cúbico pueden hallarse hasta $8,10^9$ microorganismos (unas tres veces la población actual del mundo); el efecto útil de estos agentes biológicos se cifra en poner al alcance de las plantas los elementos químicos que no les da la Naturaleza por vía mineral y sin los cuales la vegetación es imposible (8).

Cinco son los factores determinantes de las condiciones del suelo vegetal: 1), la roca madre de donde procede; 2), el relieve de la región en que se halla; 3), el clima, o sea los agentes físicos atmosféricos; 4), los agentes orgánicos que lo alteran químicamente, y 5), el factor tiempo. La historia de lo que estos elementos han influido en su estado actual aparece escrita al practicar en él un corte vertical: la diversidad de estratos u *horizontes* que resulta de sus múlti-

ples combinaciones posibles da lugar a millares de tipos de suelos de espesor diferente, generalmente mayor en las regiones ecuatoriales y menor hacia los polos (6).

En todo el mundo se concede hoy particular atención y estudio a este problema, vital para el sustento de los pueblos, aunque los progresos de la edafología moderna no sean capaces de resolver, como es obvio, su aspecto más agudizado: la desigual distribución mundial, de la que resulta una crisis grave en los países superpoblados, al paso que en otros hay vastísimos terrenos baldíos. Más aún: con el sugestivo título de *El suelo hace al hombre* se hizo hace unos años un interesante estudio sobre su influjo, no solamente en la prosperidad o miseria de los que viven de él, sino hasta en su carácter, psicología y tendencias políticas; así, por ejemplo, un suelo que produce de todo, autárquico entre ciertos límites, fomentará el espíritu conservador, cual es el caso de Nueva Inglaterra; y si sólo produce una cosa, cereales, como el Lejano Oeste, inclinará a una cooperación más liberal, nacida de la necesidad de intercambio con otras regiones. En cierto modo, la guerra norteamericana de Secesión, del Norte contra el Sur, fué una guerra de suelo contra suelo, por ser tan radicalmente diferente la economía de las grandes plantaciones meridionales, contra los cultivos de latitudes más altas (8).

La abundancia, escasez o falta absoluta en el suelo de ciertos elementos químicos da lugar, a través de las plantas, a múltiples diferencias orgánicas en los animales y en el hombre, y no pocas enfermedades endémicas en ciertas regiones se ha comprobado ser debidas a anomalías químicas del terreno; ello es especialmente difícil de descubrir cuando se trata de cuerpos cuya proporción es infinitesimal (*trace elements*); por ejemplo, el molibdeno suele hallarse en la proporción de 1 por 10⁹, y, sin embargo, la ausencia total de esa pequeñísima cantidad significa para la vegetación nada menos que la diferencia entre muerte y vida.

En algunas regiones de la Florida se observó una marcada anemia infantil, al paso que en otras muy cercanas los niños se criaban sanos; se trataba de comarcas bastante autóctonas en sus recursos alimenticios, de suerte que la falta sistemática de esas trazas de elementos indispensables (en este caso Fe, Cu y P) no se suplía con víveres traídos de otra parte; bastó añadir al suelo cantidades insignificantes de ellos para remediar el mal. Otras veces, como sucedió en algunos campos de New Hampshire, las víctimas eran las reses vacunas y lanares, hasta que se comprobó deberse la epidemia a la ausencia del cobalto, necesario al menos en la proporción de 1 por 10⁷, sin el cual mueren las bacterias que verifican gran parte de la digestión de los ruminantes. Cada día se va completando la lista de los *trace elements* (Fe, Cu, Zn, Mn, B, Co, Mo...), insignificantes, pero indispensables componentes del suelo vegetal; a veces el daño de su falta no se advierte en la salud de los animales herbívoros, sino en la de las personas que se alimentan con su carne (2).

El origen normal de las tierras vegetales es la disolución de las rocas por el agua, que hace oficio de ácido, base o alcohol, según los casos, y su pulverización mediante los agentes geológicos; entre otras fuentes de menor aportación puede citarse el polvo meteórico, que significa unas cinco toneladas por día, repartidas por toda la superficie terrestre. La traslación violenta de grandes masas de polvo por el viento hasta distancias considerables, factor importante que modifica sensiblemente el suelo de unas regiones a expensas de grandes lagos desecados, desiertos, etc., no es un fenómeno restringido a las épocas geológicas, en que se formaron los loes del Norte de China, algunos de Europa Central, del valle del Mississipi...; aun en tiempos modernos se han dado casos semejantes: hace unos veinte años el polvo de los Estados del Oeste de Norteamérica, elevado a alturas de 1.300 a 3.000 metros, recorrió en vein-

ticuatro horas de 2.000 a 3.000 kilómetros y oscureció el aire notablemente en no pocas regiones orientales; el del Norte de Texas, recogido en Búffalo, N. Y., y el de las Dakotas, en la costa del Atlántico, estaba compuesto de partículas cuyo diámetro oscilaba entre 0,01 y 0,04, con un máximo de frecuencia de 0,01 mm. El tamaño es el que condiciona el alcance de la dispersión: para una densidad igual a la del agua y un diámetro de 0,01 mm., el plano inclinado que recorre la partícula desde una altura de 9 metros, con un viento del orden de 13 metros por segundo, es de 15 kilómetros, que se convierten en 1.450 si el tamaño es de un micrón (5).

La forma ordinaria de transporte de materiales del suelo a favor de las corrientes naturales de agua alcanza proporciones increíbles cuando interviene el factor tiempo; la desembocadura del Nilo contiene pulverizado en su delta el equivalente a 50.000 kilómetros cúbicos de roca, y, sin embargo, se ha calculado que este proceso de erosión supone hoy, por término medio, para el territorio de los Estados Unidos, un desgaste de 4 cm. por milenio (8). No obstante, contra lo que se creía hasta hace pocos años, no es el arrastre hacia las cuencas fluviales lo que descarna más el suelo; las experiencias de W. B. Ellison, descubridor de la verdadera causa de la erosión, dieron el sorprendente resultado, hace seis años, de que dicho arrastre sólo significa la décima parte de la acción erosiva; las nueve restantes se deben a la denudación operada inmediatamente por la caída de las gotas de agua, aunque no se forme corriente alguna; basta un pequeño declive para que se produzca el siguiente fenómeno: cada gota *salpica*, arrastrando consigo partículas de tierra que describen una parábola en todas direcciones, con un alcance lateral cuatro veces mayor que su altura; en una lluvia de mediana violencia, un 90 por 100 de estos impactos, como se pudo comprobar con instantáneas de 1/25 de segundo, se elevaban a unos 30 cm., y,

por tanto, alcanzaban a 120 del punto de origen. Como es natural, en una pendiente es mayor esta distancia hacia abajo que hacia arriba (tres veces más cuando la inclinación es de un 10 por 100), y las consecuencias son: 1), acumulación de partículas en el fondo de los pequeños valles de un terreno ondulado; 2), nivelación paulatina de las diferencias de nivel, en las que la porción rellenada contiene el humus arrancado de la más alta, y sobre este relleno se acumula a veces, cuando la capa de humus es poco profunda, la parte estéril del subsuelo alto; hay, pues, una verdadera inversión de suelo y subsuelo, de suerte que este último viene a quedar descubierto en toda la extensión afectada y la tierra vegetal sepultada en las antiguas hondonadas, daño evidentemente mucho mayor que el mero arrastre por vía fluvial, y 3), lo que se podría denominar *sellado* del terreno; es decir, que al verificarse la inversión mencionada, el subsuelo estéril que ha quedado arriba forma una costra reseca que en verano se calienta mucho, favorece la erosión corriente, impide la ventilación, hace imposible la vida de los gusanos, lombrices de tierra, bacterias útiles...; en una palabra: es el agente eficaz de casi todo el daño atribuido a la erosión, aunque no se formen corrientes de agua.

Hasta aquí el diagnóstico del mal, que demuestra su gravedad y la inutilidad de los surcos perpendiculares a la dirección de la pendiente, que se creyó antes defensa suficiente para los terrenos inclinados. El recurso obvio es una selección de cultivos cuyas hojas sean bastante amplias para impedir el impacto directo del agua sobre el suelo, y así lo han confirmado los experimentos posteriores, sin contar el remedio (no siempre posible) de la bancalización y nivelación de las tierras (4).

Los ciclos del carbono y del nitrógeno, que a través de las plantas y de la fauna del suelo se incorporan a éste, son muy variables, según las condiciones climatológicas;

la proporción con que la materia orgánica vuelve a la tierra por la putrefacción vegetal en una región árida es 30.000 veces menor que en el trópico (8); en sentido opuesto, las raíces traen a la superficie algunas sustancias del subsuelo que contribuyen valiosamente a intensificar aquellos ciclos; la hierba común de prado o huerta profundiza comúnmente más de un metro, y sumadas las longitudes de sus innumerables ramificaciones, pueden llegar a los 500 kilómetros; la alfalfa suele alcanzar a cinco o seis metros, pero se han hallado sus raíces hasta los 14. Aunque áridas, las grandes praderas del Far West han estado produciendo, a favor de su escasa lluvia, cosecha tras cosecha por espacio de diez mil años; resultado: la actual fertilidad de sus gruesas tierras de secano, que siguen dando allí, en virtud de esa formación milenaria del suelo, abundancia de cereales, como las estepas rusas, las pampas argentinas y el «cinturón de trigo» de Rumania (1).

El antiguo mito de que la planta *devora* o consume el suelo, edificando su propio organismo con los materiales de él extraídos, debió lógicamente morir ya en el siglo XVII, cuando el holandés Van Helmont hizo su famosa experiencia de pesar la tierra que echó en un barril, donde crió un arbolito en cinco años, al cabo de los cuales comprobó que la cantidad de tierra perdida en *fabricar* una planta que pesaba varios kilos era sólo de unos 50 gramos; sin embargo, se ha tardado un par de siglos en comprender que casi todo el material de construcción de la planta viene del aire y del agua, bajo la acción del sol; hoy se ha llegado a la realización de los cultivos sin tierra (hidropónicos), sustituida por otros soportes de carácter puramente mecánico.

La beneficiosa acción de las raíces profundas, que naturalmente adquiere proporciones máximas en las plantas grandes y vigorosas, ha tenido aplicación práctica, que se espera perfeccionar aún más, a la prospección minera; consiste en analizar la proporción en que entran determinados

minerales en la composición de los tejidos de los árboles, cuyas raíces los han extraído de las capas inferiores. Tiene este procedimiento el inconveniente, que se cree poder superar, de que esos elementos procedan, no de filones ricos, sino de aluviones relativamente insignificantes. Para eliminar ese error hay que extender el análisis (por lo demás fácil y rápido en la práctica) a un área suficientemente extensa, cuyo centro de gravedad indicará la situación del depósito mineral (3).

Por todo lo dicho se comprende que la influencia del hombre sobre el suelo habrá de regirse por la norma sencilla de encauzar y fomentar los procesos favorables enumerados y eliminar en lo posible los perjudiciales; inconscientemente, es decir, sin penetrar las verdaderas causas hoy conocidas, se ha venido haciendo mucho de esto durante siglos, dejando, por ejemplo, *descansar* a la tierra mediante el barbecho, lo que equivalía a favorecer la regeneración biológica.

Una de las intervenciones humanas más ingeniosa en la geología del suelo vegetal es el uso de los acondicionadores o reguladores de los terrenos (*soil conditioners*), que modifican la estructura de las tierras o por lo menos estabilizan la adquirida por el cultivo; son principalmente eficaces en los barros y arcillas y muy poco en las arenas que han recibido ya gran cantidad de materia orgánica. Conviene distinguir entre la *contextura* del suelo y la *estructura* de sus partes; la primera afecta al diámetro de sus partículas, que va decreciendo desde la arena hasta la arcilla (en ésta es del orden del micrón), y la segunda, se refiere al tamaño de los terrones o conglomerados que se forman con las partículas elementales: el tamaño ideal para éstos está comprendido entre el de una cabeza de alfiler y el de un guisante.

Las bacterias actúan sobre la materia orgánica, produciendo gomas (poliuronuros) que producen la conveniente aglomeración; pero estas gomas se deterioran bacteriológi-

camente y los conglomerados resultan inestables; los reguladores hacen las veces de poliuronuros artificiales respecto de las arcillas, que con el agua se hacen pegajosas e ilaborables, y al secarse forman bloques duros y plásticos, igualmente ineptos para la vegetación; la acción de aquéllos favorece la porosidad de la tierra y el intercambio de aire y agua, que es un efecto de superficie, en virtud de la *capilaridad*, mientras el *calor* eleva a través del suelo el vapor y el *peso* del agua la hace penetrar profundamente; según el tamaño de los poros, predominará una u otra de estas fuerzas: si son pequeños, la capilaridad restringirá el descenso del agua y quedará estancada arriba; si son grandes, la dejará pasar, y con ella el aire, sin cuyo oxígeno ni las raíces ni las bacterias beneficiosas pueden subsistir.

Todo abono orgánico es, en cierto modo, un regulador en el sentido expuesto; pero lo son mucho más los artificiales, que además son estables, por no alterarse bacteriológicamente. En la actualidad existen en el mercado unas tres docenas de reguladores diferentes: en polvo, en escamas o líquidos; son polímeros, formados por largas cadenas de moléculas que se ionizan en contacto con el agua: entre ellos sobresale el *krilium*, descubierto por C. A. Thomas, presidente de la Monsanto Chemical Co., después de 700 experimentos hechos en orden a la solución de este problema. La idea original nació de observar diferencias notables de producción entre surcos igualmente cultivados y abonados, lo que le condujo a buscar y hallar la explicación en la estructura misma del suelo; el *krilium* se ha de mezclar con él hasta los primeros 8 cm. de profundidad, y se necesitan 2,5 kilos para unos 4 a 7 m², lo que evidentemente resulta caro y aplicable a lo más a jardines pequeños; pero puede ahorrarse empleando métodos prácticos que limiten su acción a sólo las raíces de la futura planta si se aplican al tiempo de la siembra; para impedir las costras arcillosas y ayudar a la germinación, o bien comba-

tir la erosión, bastan 227 gramos para una superficie de 93 m²; con doble cantidad, mezclada con las semillas y el abono, se logra fijar bien la estructura del terreno.

Las pruebas hechas dieron buenos resultados, en particular para ayudar a brotar las semillas frágiles, que de otro modo tropiezan con la costra dura, donde son detenidos sus brotes, de suerte que el rendimiento fué cinco veces mayor que en suelos iguales no tratados con el regulador. Los precios actuales impiden experimentos en gran escala, hasta que la industria resuelva este aspecto de la cuestión con nuevos métodos fabriles más económicos.

Otros tipos de reguladores, por ejemplo el poliacrilato de sodio, reaccionan bien con las partículas de arcilla y las obliga a formar conglomerados mayores; defienden contra la erosión, salvo caso de lluvia muy violenta, y dan así tiempo a la hierba para que arraigue y sea capaz de defenderse sola. También pueden suplir los reguladores las defensas de hojas y ramas con que suelen cubrirse los sembrados para el mismo fin.

En las instrucciones publicadas para el uso de los acondicionadores se insiste en lo que pueden y en lo que *no* pueden hacer; porque, como sucede en tales casos, se exagera fácilmente y se cree en verdaderos *milagros*. Esta última advertencia es del doctor R. Q. Parks, jefe de la sección de tratamiento de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Septiembre, 1955.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BROMFIELD, L.: «The Land», mayo 1954.
- (2) CONLY, R.: «Pathfinder News Magazine», julio 1950.
- (3) DUE, A.: *Nuevos recursos de la geología moderna*. Tomo homenaje al doctor Hernández Pacheco, del «Boletín de la R. S. E. H. N.», 1954, pág. 253.

- (4) ELLISON, W. D.: «Scientific American», vol. 179, núm. 5, pág. 40 (1949).
- (5) GUCKER, F. T.: «Scientific Monthly», junio 1949.
- (6) KELLOG, C. E.: «Scientific American», vol. 183, núm. 1, pág. 30 (1950).
- (7) KOCH, C. R.: «The Farm Quarterly», número de otoño de 1952.
- (8) RATCLIFF, J. D.: «Nation's Bussines», febrero 1949.

El límite cambriano-siluriano en el borde Noroccidental de los montes de Toledo

POR

ENRIQUE RAMIREZ Y RAMIREZ

ENRIQUE RAMIREZ Y RAMIREZ

EL LIMITE CAMBRIANO-SILURIANO
EN EL BORDE NOROCCIDENTAL DE LOS
MONTES DE TOLEDO

INTRODUCCIÓN

Nos proponemos dar a conocer en estas notas el resultado de las investigaciones geológicas llevadas a cabo recientemente en los Montes de Toledo, especialmente en las zonas de su borde Noroccidental, por Los Navalmorales, Navalucillos, Espinoso del Rey, Robledo del Mazo, Nava de Ricomalillo, Gargantilla y Sevilleja de la Jara.

En realidad, pretendemos con la excursión realizada iniciar un estudio más detenido de la zona occidental de los Montes de Toledo, ocupándonos especialmente de la estratigrafía y tectónica de este paleozoico, poco conocido hasta ahora. Esta labor se justifica más, ya que el territorio que nos proponemos reconocer con detalle se enlaza con el que estudiamos en nuestra tesis doctoral, comprendiendo Las Villuercas, macizo orográfico Cámbrico-Silúrico alineado de Noroeste a Sureste, desde el Guadiana al Tajo.

Por otra parte, están iniciados o realizados por investigadores extranjeros, sobre todo alumnos del profesor Lotze, trabajos que constituyen tesis doctorales sobre territorios más al Este y Sureste del que nosotros mencionamos. Creemos justificado, pues, que se contribuya por nuestra parte al conocimiento del país.

Queremos aclarar aún que en estas páginas se dilucidan y concretan datos sobre las denominadas rañas, entrando

de lleno en el área estudiada la zona comprendida en la hoja del mapa geológico a escala 1 : 50.000 de Los Navalalmorales, núm. 655 (143 H). Un somero estudio hace ver la disconformidad existente entre lo que allí se expone y la realidad de los hechos (véase mapa adjunto).

I. a) *Zona estudiada y problemas planteados.*—El reconocimiento llevado a cabo en esta primera excursión se redujo a establecer la estratigrafía en el límite Cámbrico-Silúrico del borde Noroccidental de la zona montañosa de este paleozoico con los granitos existentes más al Norte. También se reconoce el recubrimiento de los mantos de masas detríticas que constituyen las rañas. Se intenta establecer, con la precisión posible, el paso del Cámbrico al Silúrico, problema del que nos venimos ocupando hace tiempo. Con el conocimiento del territorio recorrido se pueden llegar a establecer más exactamente los límites entre ambos terrenos; pero ello supone un estudio detenido de la estratigrafía, reconociendo previamente en el terreno, precisamente y en detalle, los contactos o zonas que se consideraran como límites.

Al estudiar estas cuestiones, es preciso plantear previamente algunos problemas, que se refieren:

1. A la existencia de un conglomerado de base del Silúrico, que con bastante extensión hemos reconocido en nuestros recorridos y hasta ahora apenas había sido citado.

2. Dentro de lo que se puede considerar como Cámbrico parecen existir dos grandes conjuntos, que corresponden al Acadiense y al Potsdamiense.

3. Los datos aportados hasta ahora nada definitivo han establecido sobre este problema, ya que es poco claro lo expuesto por falta de precisión.

4. La tectónica ofrece algunas complicaciones locales, pero en conjunto no plantea más problemas que los que ofrece todo país hercínico con efectos alpinos notables.

5. Las confusiones que se perciben en los trabajos pu-

blicados se derivan en gran parte de que se dan como Silúricas zonas y terrenos que probablemente son Cámbricos, siendo, al parecer, éste el que alcanza más desarrollo en los Montes de Toledo.

6. Edad de las rañas, su posición y génesis.

7. Problemas morfogenéticos derivados de la complicada morfología actual.

Las correlaciones que se pueden establecer entre las series geológicas de los Montes de Toledo y las de Las Villuercas, mejor conocidas estratigráfica y paleontológicamente, pueden ayudarnos en gran manera a dilucidar el verdadero límite entre Cámbrico y Silúrico.

Tendremos que hacer constar que la tectónica del país, que en un principio se consideró complicada, debe ayudar, conjuntamente con la estratigrafía, a establecer el desarrollo que alcanzan el Cámbrico y el Silúrico en este territorio.

b) *Cita de estudios anteriores.*—No es posible pasar por alto la serie de trabajos realizados hasta ahora sobre esta zona. No obstante, aunque nosotros aquí los citemos muy ligeramente, en otra ocasión se hará la revisión de lo publicado a este respecto, especialmente lo que se refiere a estratigrafía y tectónica del paleozoico que forma los Montes de Toledo.

Merecen citarse destacadamente los trabajos de Gómez de Llarena, quien intentó en su *Bosquejo geográfico geológico* (8) una síntesis estratigráfica de tales formaciones; los de C. de Prado (1), A. de la Peña (2), D. de Cortázar (3), L. Mallada y Dupuy de Lôme (5), Fernández Navarro (6), Hernández Pacheco, E. y F. (4, 9) y algunos otros, entre los que hay que mencionar las hojas aparecidas del mapa geológico a escala 1 : 50.000 (15).

En estas notas o publicaciones se describen los conjuntos estratigráficos, pero no se llega a deslindar la verdadera constitución de la comarca. Destacaremos que aún no se realizó la separación estratigráfica de los diferentes tra-

mos, tanto del Cámbrico como del Silúrico, y es de hacer notar que se dispone de una base paleontológica para el Silúrico de alguna consideración para poder realizar tal separación. Sin embargo, sólo reconociendo el país, teniendo en cuenta la fauna fosilífera existente y las relaciones tectónicas será posible llegar a deslindar con fundamentos sólidos los diferentes terrenos.

II. MORFOLOGÍA DEL BORDE

La serie de alineaciones montañosas que forman la zona occidental de los Montes de Toledo quedan orientadas de Noroeste a Sureste, de acuerdo con el arrumbamiento de los relieves hercínicos representados en el país de Las Villuercas. Estas alineaciones, constituídas esencialmente por los tramos bajos del Ordoviciense, ofrecen los caracteres normales a un país intensamente trabajado por la erosión. Es conveniente analizar con más detenimiento los bordes, y para ello se hace la distinción entre borde septentrional y borde occidental.

a) *Borde septentrional*.—Corresponde éste al tramo montañoso que se extiende desde Los Navalmorales al Oeste de Espinoso del Rey, aunque los caracteres que aquí se apuntan son aplicables a otros segmentos del borde.

Hay una neta separación morfológica entre la zona montañosa y la gran rampa que se extiende hacia el Norte, rampa constituída fundamentalmente por masas granudas recubiertas por rañas, que constituyen, juntamente con otras zonas, donde aflora el paleozoico, la llamada meseta toledana. Esta separación morfológica está bien precisada y patentizada por la gran extensión y desarrollo que alcanzan las rañas, las cuales penetran o se enlazan con los derrubios de piedemonte, ya en el mismo borde montañoso (lámina I, fotografía 1). El límite preciso, más al Norte, está bien determinado por la fosa del Tajo.

Es dato de interés resaltar la frecuencia con que penetran en la llanura septentrional determinados espolones montañosos, a manera de avanzadas del país más accidentado en la gran llanada, espolones que enlazan directamente con el núcleo montañoso, o bien quedan aislados de él por zonas más o menos estrechas. Por otra parte, como era de esperar, el nivel de la rampa penetra a veces dentro del país montañoso hasta puntos próximos a la cabecera de los ríos, que ahora están excavados por ella. Es muy posible que tal nivel corresponda a hombreras antiguas de valle que aparentemente enlazan con el nivel de las rañas.

Se distinguen bien, al menos, dos niveles: uno determinado por la llanura mencionada, cuya altitud media es de 680-700 metros en la base de los Montes, y sigue en rampa suave hacia el Norte (lám. 1, fot. 1), y otro representado por las cumbres de las serratas, fundamentalmente constituídas por las cuarcitas de la base del Silúrico, superficie que podría considerarse como una «gipfleur» muy destruída y trastocada. La altitud de ésta queda comprendida entre los 980 y 1.200 metros. Entre ambos niveles se aprecia otro intermedio, aunque muy destruído, no siempre bien identificable, que puede incluso estar marcado en el interior de los Montes. Este nivel intermedio ha sido señalado anteriormente por Alía Medina; nosotros le hemos identificado en el valle del río Gévalo, en su zona de cabecera, haciendo notar que no ha de ser confundido con la superficie que corresponde a niveles de erosión diferencial.

El nivel de las rañas corresponde a la superficie post-pontense, de tan amplia extensión en la Península. La rampa sobre la cual se apoyan estos sedimentos es una superficie a la que debe atribuirse la misma edad; es decir, post-pontense, y muy posiblemente pliocénica. Al lado de ello hay que señalar el carácter epigénico de la red fluvial, epigenia que se realiza siguiendo líneas de menor resistencia; zonas pizarrosas, fracturas preestablecidas, lo

que ha determinado la morfología actual, que, a grandes rasgos, puede ser resumida diciendo que entran como caracteres esenciales de ella dos hechos: la erosión diferencial, que pone de manifiesto una estructura hercínica predominante, y la normal orientación de Noroeste a Sureste, con rasgos apalachienses, trastocada más modernamente por dislocaciones alpinas.

b) *Borde occidental*.—Se ha reconocido en las excursiones realizadas ahora el tramo comprendido desde el Sur de Sevilleja de la Jara al Norte de la Nava de Ricomalillo. Este borde es más neto y mejor definido que el septentrional, como lo es el límite oriental de Las Villuercas por nosotros estudiado, ya que aquí se interpone entre las dos alineaciones montañosas, los Montes de Toledo al Este y las Villuercas al Oeste (fig. 1, lám. I, fot. 2), una depresión tectónica-erosiva que queda perfectamente delimitada: la del río Uso, con altitud media de 650 metros.

El borde oriental se establece bien mediante las sierras de Sevilleja de la Jara, de la Nava, etc., que llegan a alcanzar 1.270 metros en la Cumbre Alta. Se pasa bruscamente, mediante laderas escarpadas, de estos relieves cuarcitosos, verdaderos frentes de cuarcitas, a la penillanura del Uso, zona muy trabajada por la erosión y en la que empieza a aflorar la infraestructura granítica. Entre estos niveles definidos quedan en los parajes que se mencionan otros residuales de rañas, perfectamente delimitados. Tales son los de Varjondillo, al Sur de la Nava de Ricomalillo, y los que quedan al Norte, en las proximidades de esta localidad, como son Los Brezales y Los Baenes. Las rañas descansan aquí sobre un nivel de erosión que está muy destruido y trastocado en la depresión del Uso, pero aún puede reconocerse. La edad de estas superficies es la que hemos indicado anteriormente.

De acuerdo con la disposición estructural de este frente serrano, la asimetría de estos relieves se patentiza muy

bien, porque las laderas occidentales son de mayor pendiente que las orientales, de acuerdo con la posición del frente de cuarcitas, carácter bien patente en la sierra de Sevilleja.

III. ESTRATIGRAFÍA DEL BORDE

Se intenta aclarar aquí el paso del Cámbrico al Silúrico, y si es posible datar la edad de los materiales que se ponen en contacto.

Para mayor claridad en la ordenación de los hechos observados se exponen los datos de tales límites en cada uno de los puntos examinados, para después sacar deducciones de las observaciones realizadas.

a) *Zona de Los Navalmorales*.

Serie Cámbrica.—Consideramos como tal la serie que está debajo de las cuarcitas, tomadas provisionalmente como límite inferior del Silúrico. Existen aquí varios tramos que casi no han sido mencionados en la hoja del mapa geológico a escala 1:50.000 de Los Navalmorales, confundiendo con el Silúrico en el corte geológico que acompaña a la mencionada hoja, corte que no tiene en cuenta esta serie Cámbrica, pues en él no aparecen la masa de calizas de más de 200 metros de espesor existente en esta zona. La serie se puede reconocer perfectamente en las trincheras de la carretera a Navahermosa y la que desde Los Navalmorales se dirige a San Martín de Pusa (figs. 2 y 3, lámina II, fots. 1 y 2, y lám. III, fot. 1). De abajo a arriba puede quedar la serie definida así:

5. Areniscas rojizas, de grano más bien grueso, metamorfizadas, ya en contacto con los granitos. El espesor de este tramo es de 60 metros.
4. Areniscas rojizas, a veces micáceas, con intercalaciones de cuarcitas en paquetes de 3-4 metros; la potencia es de 70 metros.

3. Calizas azuladas, cristalinas por metamorfismo, con intercalaciones regulares de pizarras calcíferas; el espesor de este tramo es superior a los 80 metros.
2. Nivel de pizarras y calizas predominantes, a veces muy replegadas; las calizas con las mismas coloraciones y características, cuya potencia total es mayor de 100 metros.
1. Como término aún Cámbrico, aunque dudoso, viene encima de las calizas un complejo arenoso, conglomerático, que queda representado por los siguientes materiales que ofrecen facies Flysch muy típica en algunos puntos:
 - a) Areniscas, con cantos cuarzosos de tamaño máximo de 3-4 cm., en contacto con las cuarcitas.
 - b) Episodios de cuarcitas en estratos de 0,30 metros.
 - c) Areniscas de colores morados, cuarzosas.
 - d) Episodios de areniscas granudas.
 - e) Areniscas moradas.

Este conjunto llega a tener espesor de 60-80 metros y es bien identificable a lo largo del camino de la Solana del Cuervo, desde Los Navalmorales al cortijo y mina de Herrera, paralelamente a la carretera de Navahermosa. Aquí aparecen pequeñas apófisis de pórfidos graníticos que no han sido señalados en la hoja de Los Navalmorales.

Serie Silúrica.—Ha sido reconocida tal formación tanto en los cerros de Los Navalmorales o del Santo como en los de Nevada, más al Sureste, en los de Valdeiglesias, al Este de Los Navalucillos, e inmediaciones de esta misma localidad. El tramo de cuarcitas se presenta con cierta regularidad, coronando la serie Cámbrica anteriormente descrita.

En el cerro o sierra del Santo las cuarcitas alcanzan 50-60 metros de espesor; en otros puntos de los anteriormente mencionados la potencia puede llegar a 100 metros. En todo caso, aunque no se disponga por el momento de base paleontológica, no se puede dudar de que estas cuarcitas corresponden al tramo de la gran cuarcita armoricana.

Ello queda confirmado tanto por la serie infrayacente

como por descansar encima un tramo, que está bien identificado por nosotros, correspondiente a una alternancia de areniscas con cuarcitas y pizarras que superiormente evoluciona hacia pizarras arcillosas, ya dentro del nivel de Calymene o Llandeilo medio. En otros puntos de los Montes de Toledo estas pizarras contienen fósiles que corroboran la edad atribuida.

b) *Espinoso del Rey.*—El supuesto Cámbrico de estos parajes se presenta en los bordes con materiales distintos a los encontrados en Los Navalmorales.

En la subida del valle del río Pusa, por la carretera de los Navalmorales hacia Espinoso del Rey, como se ha señalado anteriormente por otros autores (*), se encuentran en contacto con los granitos areniscas micáceas, incluso micacitas, y episodios de pizarras y cuarcitas metamorfizadas, que quedan pronto recubiertas por las rañas.

En la dirección indicada, ya en el río Sangrera, cerca de Espinoso del Rey, debajo de las rañas, aparecen pizarras grises arcillosas, no metamorfizadas y con facies nodulosas. Estos nódulos se ofrecen muy típicos en la trinchera de la carretera, y examinados con alguna detención muestran una estructura hojosa, irregular, concéntrica. El núcleo central de algunos es una impresión fosilífera muy dudosa, en forma de espiral. El profesor Meléndez, que los examinó, opina que pudieran estar formados tales nódulos sobre un núcleo orgánico; pero no representan impresiones fosilíferas claras. En otros puntos de Las Villuercas hemos encontrado en nódulos semejantes trilobites, que aquí, sin embargo, no aparecieron. En Espinoso del Rey, los materiales que provisionalmente damos como cámbricos (fig. 1) se encuentran en el mismo pueblo y sus alrededores (lá-

(*) Hoja de los Navalmorales. Inst. Geol. y Min. de España. ALIA MEDINA. Observaciones sobre las formaciones neísicas y graníticas del sur de Toledo. NOT. Y COM. INST. GEOL., núm. 34.

mina III, fot. 2, y lám. IV, fot. 1), y se observan muy claramente por el camino del valle de los Castaños. Tales niveles son los siguientes :

3. Areniscas cuarcitosas, grises claras y arenas, con espesor de más de 70 cm.
2. Areniscas de grano fino, blancas, con intercalaciones de cuarcitas en paquetes de 4-5 metros. Este tramo evoluciona superiormente hacia materiales más finos. La potencia total es de más de 80 metros.
1. Tramo de base de las cuarcitas, con areniscas formadas con arenas y cantos de tamaño hasta como una nuez. Estos cantos son de cuarzo y cuarcita, siendo su continuidad y regularidad muy marcada.

Subiendo desde Espinoso del Rey por el camino de Robledillo se identifican los mismos materiales ; sin embargo, establecer aquí el límite superior del Cámbrico es mucho más difícil, tanto estratigráfica como tectónicamente. Este supuesto límite aparece morfológicamente con las cuarcitas del cerro de Zarzalejo, que engloban cantos de cuarzo y cuarcita, sin llegar a ser una pudinga.

En el valle del Arroyo de la Cereceda se identifica muy bien un sinclinal silúrico, en cuyo fondo aparecen las cuarcitas típicas muy claramente fracturadas (lám. IV, fot. 2, figura 1).

El paso que hemos establecido del Cámbrico al Silúrico mediante areniscas, areniscas con cantos que llevan cuarcitas intercaladas, paquetes de cuarcitas, etc., concuerda con los datos encontrados por nosotros para el límite Cámbrico-Silúrico en la base de la sierra de Altamira.

c) *Nava de Ricomalillo*.—El contacto del Cámbrico con el Silúrico queda establecido en la sierra de la Nava o cerro del Mogorro en la siguiente forma, de abajo a arriba (figura 4) :

1. Pizarras grises compactas.
2. Pizarras grises algo arenosas, pero de bastante compacidad y homogeneidad.

3. Pizarras grises arcillosas, compactas, que a veces son rojizas por alteraciones locales.

El conjunto enumerado tiene una potencia total de más de 200 metros, descansando sobre él, directamente, un nivel de pudingas que ya deben considerarse claramente como del Silúrico.

Este Silúrico queda representado aquí por las pudingas indicadas, con cantos de cuarcitas y cuarzo hasta de 15-20 centímetros de diámetro y cemento silíceo. En ella se intercalan lentejones y bandas de areniscas con muy pocos cantos; el espesor total del conjunto es de 20-30 metros, y sobre ellas descansan las cuarcitas típicas del Silúrico.

El paso de pudingas a cuarcitas se hace por disminución progresiva de los cantos, aumentando el cemento, siendo en las cuarcitas ya los cantos muy escasos o faltando. Aquí el tramo cuarcitoso tiene relativamente poco espesor, de 40 a 60 metros, y sobre él descansa la serie citada de alternancia de cuarcitas y areniscas, que no hemos podido reconocer con detalle.

En cambio, sí hemos precisado netamente este contacto, al parecer anómalo, a juzgar por la serie reconocida. No es posible afirmar que haya una discordancia erosiva entre unos y otros materiales, pero la concordancia angular es muy neta.

La serie cámbrica descrita descansa sobre las pizarras en las que ha fraguado el gran valle del Uso. Este conjunto pizarroso del valle del Uso es inferior al anteriormente mencionado, y su potencia, así como su constitución (lámina VI, fot. 1), no ha quedado bien definida. Provisionalmente establecemos, de arriba a abajo:

4. Pizarras areniscosas de colores claros, que se observan muy bien en los desniveles y trincheras de la rectificación de la carretera a Gargantilla, en el kilómetro 120, hectómetro 200.
3. Pizarras arcillosas grises, muy foliadas.

2. Pizarras grises arcillosas, con intercalaciones de arenicas y grawackas.
1. Pizarras grises oscuras o negras, a veces ampelíticas, con tramos de cuarcitas azules de gran dureza.

Es preciso indicar que este complejo pizarroso descansa sobre una infraestructura granítica, que aflora en algunos puntos. Tal sucede en Aldeanueva de San Bartolomé, al Sur del Campillo de la Jara, y otros lugares, granito que en todo caso no debe quedar muy profundo.

d) *Gargantilla*.—Nos referimos con este título al valle del Río Frío, que naciendo en el gran sinclinal que determina la sierra de Sevilleja y las de la Muela, Alconocalejo y Risco Llano, de orientación Noroeste-Sureste, vierte sus aguas, después de torcer bruscamente hacia el Oeste, en el río Uso. Bajando desde la Serrezuela y la Muela, por el camino de Robledo del Mazo, a Sevilleja de la Jara, este límite puede ser bien precisado, aunque localmente los derrubios de ladera no dejen ver los materiales sobre los que descansan. La serie sería:

4. Superiormente queda el tramo de cuarcitas que forma el frente de la Serrezuela y el sinclinal del Río Frío, cuya potencia es de más de 80 metros.
3. Espacio recubierto por derrubios y no directamente observable.
2. Pizarras arcillosas azules, alteradas, cuyo espesor es de 40 a 50 metros.
1. Pizarras arcillosas grises, en las que se encuentra la misma facies nodulosa que en Villarejos, junto al río Sangrera, en la trinchera de la carretera de Los Navalmorales a Espinoso del Rey, que ya fueron descritas.

Ello pudiera identificarse con la homología o identidad de edad de las pizarras, unas y otras en relación a la referencia más constante que poseemos: los frentes de cuarcitas. Este tramo es el descrito en el corte de la Nava de Ricomalillo.

El conjunto que damos como Cámbrico en esta zona descansa directamente sobre el complejo pizarroso del valle del Uso.

e) *Zonas del interior reconocidas*.—Indicamos con este epígrafe las zonas de Robledillo y Robledo del Mazo; es decir, el valle del río Gévalo, en el tramo comprendido desde la localidad primeramente mencionada hasta Robledo del Mazo, que es el terreno por nosotros reconocido en esta primera excursión.

Desde Espinoso del Rey a Robledillo, atravesando el gran sinclinal silúrico de la Cereceda (fig. 1), se llega a Robledillo bajando por la sierra de la Cumbre de Robledillo, formada fundamentalmente por el flanco Suroccidental del mencionado sinclinal, con sus cuarcitas de base del Silúrico, que llevan cantos, pasando localmente a una puddinga que descansa sobre materiales de difícil observación en este punto, debido a los derrubios de ladera; se alcanza así Robledillo, donde ya afloran pizarras grises, claras, amarillentas, arcillosas, difíciles de datar a primera vista, pero por su posición tectónica han de ser cámbricas.

Por la carretera de Robledillo a la que enlaza Piedraescrita con Robledo del Mazo, junto al río Gévalo, se observa una serie que muy bien pudiera ser cámbrica (lámina V, fots. 1 y 2). Esta se compone de:

6. Areniscas y cuarcitas en paquetes de poco espesor, de 5-10 metros, de colores claros, análogas a las que se encuentran en Espinoso del Rey.
5. Pizarras arcillosas duras.
4. Cuarcitas con intercalaciones de pizarras: las cuarcitas de poco espesor y con términos repetidos.
3. Cuarcitas areniscosas.
2. Tramo de pizarras arcillosas grises, muy duras y compactas.
1. Areniscas con intercalaciones de pizarras arcillosas grises, que se continúan en espesores de consideración, alcanzando más de 100 metros.

Los términos de esta serie están dados de arriba a abajo y yacen bajo los potentes niveles de cuarcitas que coronan las sierras del Frontón y Rebollera.

El valle del Gévalo está modelado sobre materiales pizarrosos que por ahora nos es difícil datar, al no poseer suficientes elementos de juicio para ello. Estas pizarras son arcillosas, de colores más bien oscuros, grises, en las que no hemos hallado hasta ahora fósiles y en las que a veces se intercalan lechos areniscosos. La tectónica, aquí muy influenciada por fracturas alpinas de gran estilo, no dejan definir bien la posición de estos materiales. Sin embargo, estas masas pizarrosas en parte pudieran ser Cámbricas, aunque con dudas.

f) *Deducciones de esta estratigrafía.* — Consideramos que, aun a falta de datos decisivos paleontológicos, es preciso dar una interpretación a los aportados en estas notas y sacar conclusiones sobre la estratigrafía expuesta.

En primer lugar, hemos de tener en cuenta que es posible establecer correlaciones con el paleozoico inferior de manchas mejor conocidas, lo que ayudará a la interpretación de estos datos. Por otra parte, hay necesidad de llegar a algunas conclusiones que, contrastadas convenientemente con los publicados hasta ahora de esta zona, pudieran aclararnos los problemas estratigráficos y tectónicos que se plantean.

Gómez de Llarena, en su trabajo mencionado, aunque no con seguridad, considera a las calizas de Urda (*) como georgienses y, en cambio, un conjunto de cuarcitas y grawackas de los cortijos de Malagón como Acadienses. Las opiniones de Nery Delgado, que considera la base del paleozoico formada por pizarras finas arcillosas sin fósiles y

(*) En Urda, al hacer el estudio hidrogeológico de Consuegra, el profesor Hernández-Pacheco (F.) encontró, sin duda, impresiones de Arqueociátidos en mayo de 1953. Comunicación verbal.

grawackas micáceas, que alternan con cuarcitas, tienen interés para nuestras deducciones.

El conjunto que hemos descrito en los Navalmorales, fundamentalmente calizo, pudiera corresponder al Acadiense. Hemos visto cómo este conjunto pasa a las cuarcitas ya del Silúrico mediante tramos de areniscas de posición dudosa, a veces con cantos. Para asignar a este conjunto calizo tal edad tenemos en cuenta que las calizas cámbricas datadas con más frecuencia son Acadineses, y por estos parajes, aunque con dudas (Urda), Hernández-Pacheco (E.) parece encontró Arqueociátidos. Ahora bien: se deja percibir aquí una laguna estratigráfica importante, o bien muy poco desarrollo del Potsdamiense.

Es difícil precisar por el momento qué relaciones estratigráficas guarda este conjunto calizo de Los Navalmorales con el arenoso que se ha descrito en Espinoso del Rey. Nuestros datos no alcanzan a precisar más que a suponer que estos tramos calizos sean inferiores al potente nivel de pizarras arcillosas grises con intercalaciones de areniscas, y éstas se encuentran también coronando la formación, ya en el límite con el Silúrico (Nava de Ricomalillo). Este paso del Cámbrico al Silúrico mediante tramos de areniscas, con intercalaciones de cuarcitas, le hemos precisado en Espinoso del Rey, y es normal para estas series estudiadas.

Ahora bien, en el borde Noreste de las sierras de Altamira, el límite Cámbrico-Silúrico, bien precisado por nosotros, presenta bastantes analogías con el que reseñamos, si bien es verdad que allí es más preciso y menos potente el nivel de areniscas con intercalaciones de cuarcitas. Los elementos de juicio de que disponemos para asignar edad Potsdamiense al conjunto pizarroso gris, así como el suponer que las calizas sean Acadienses y, por tanto, inferiores a aquellos materiales, están fundados, más que nada, en razones tectónicas y estratigráficas.

Teniendo en cuenta los datos expuestos, hay que seña-

lar un hiato importante en el Cámbrico de Los Navalmorales por falta del presunto Potsdamiense, o lo que es más lógico, un período erosivo anteordoviciense, ya que, como se ha indicado, el conjunto calizo se pone en contacto con el Silúrico (cuarcitas) por un tramo detrítico con arenas y cantos, con pizarras alternante, representando una facies flysch que es dudoso poder datar, aunque más verosímelmente pueda considerársele como la base del Silúrico. Ello nos lleva de nuevo a la problemática presencia del Tremadoc, sin que se pueda datar con seguridad este tramo (*).

En Las Villuercas, zona que nosotros hemos estudiado con algún detenimiento, especialmente en las zonas centrales, donde aflora el Cámbrico, se encuentra éste concordante con el Silúrico. Aquél, aunque provisionalmente, le hemos dado como Potsdamiense; pero este Cámbrico, dadas las series estratigráficas allí referidas, parece corresponder a un piso más superior al que queda aquí definido en Los Navalmorales; ni siquiera presentan el mismo aspecto, muy difícil de reconocer, porque, como se indicó, las calizas de Los Navalmorales están afectadas por la proximidad del granito, por los fenómenos señalados posteriormente.

Así, pues, por las series en que se intercalan las calizas de Las Villuercas, así como por la posición de ellas, pudieran ser consideradas superiores a las de Los Navalmorales.

En la serie Cámbrica encontrada en el borde occidental de los Montes de Toledo se aprecia, comparándolas con las del flanco oriental de Las Villuercas, la falta de una serie de términos que bien pudieran no haberse depositado. Es más completa hasta el nivel de las cuarcitas po-

(*) Hecho semejante del contacto de calizas Acadienses con el Ordoviciense de base ocurre en la zona de Llerena (Badajoz), como señala el profesor Hernández-Pacheco (F.). Hay, pues, antes del Ordoviciense un período erosivo.

SIGNOS



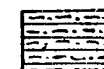
Cuarcitas

Pudingas
o arenas graseas

Areniscas



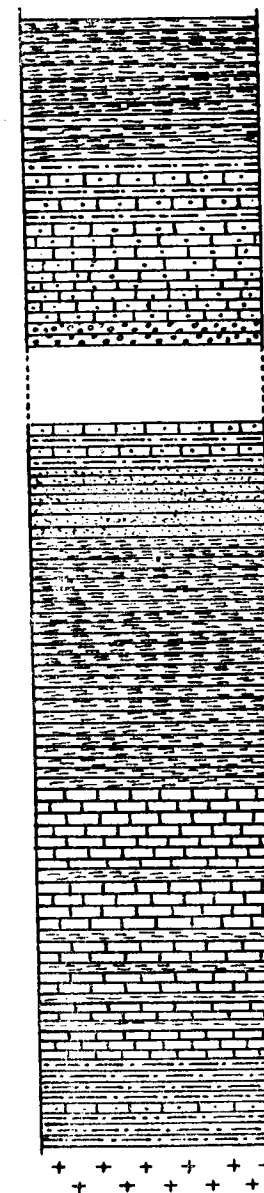
Pizarras arcillosas

Calizas y pizarras
alternantesCuarcitas y pizarras
alternantes

Pizarras arenosas



Granitos



LLANDEILO

ARENIG

CUARCITAS ARMORICANAS

POTSDAMIENSE

ACADIENSE

Fig. 5.--Columna estratigráfica del conjunto Cámbrico-Silúrico en la zona Noroccidental de los Montes de Toledo. Escala aproximada 1:50.000.

tentes la litología del borde oriental de Las Villuercas, si bien nuestros datos referidos a los Montes de Toledo no tienen la suficiente extensión y exactitud para establecer definitivamente esta correlación.

El Silúrico de los Montes de Toledo no es posible que le comparemos con el de Las Villuercas, porque bien claramente se advierte que hemos dirigido nuestras observaciones más al límite Cámbrico-Silúrico que a éste mismo, y, en cambio, en Las Villuercas el Silúrico quedó estudiado con bastante amplitud. La fauna encontrada en otros puntos de los Montes de Toledo que nosotros no hemos visitado permitiría establecer algunas relaciones; pero al no haber podido examinar los yacimientos y definir la litología, preferimos por el momento dejar tal cuestión, para no caer en los errores que se cometen en tales ocasiones.

Es indudable que los materiales estudiados como Cámbricos son inferiores al Silúrico, sin que sea posible precisar más por el momento. Ahora bien: la litología estudiada solamente en parte puede encajar en lo que Teixeira (*) engloba como «Conjunto esquistoso-grawáctico, anteordoviciense», pues aquí no se presentan sino en muy pequeña proporción los materiales que en el citado trabajo se reseñan. Es posible que allí se trate de un Cámbrico más inferior, pero sin poder argüir con suficientes datos. Especialmente se señalan por este autor pizarras micáceas, materiales que no predominan en estas zonas; en cambio se hace alusión a pizarras arcillosas, de tonos verdosos, que en parte pudieran identificarse con el tramo de pizarras arcillosas grises, a veces azuladas, que nosotros hemos señalado.

Otras series cámbricas, o datadas como tales, existentes en zonas próximas, nos permiten señalar, conjuntamente con éstas que ahora se describen de los Montes de Toledo, la

(*) TEIXEIRA, C.: *Notas sobre geología de Portugal. El complejo xisto-grawáctico anteordoviciense*. Lisboa, 1955.



NIVELES ESTRATIGRAFICOS EN EL LIMITE CAMBRICO-SILURICO DE LOS MONTES DE TOLEDO

	Edad probable	Los Navalmorales	Espinoso del Rey	Gargantilla	Nava de Ricomatillo	Zonas del interior	Urda	Navahermosa	Las Villuercas Sierra de Altamira
SILURICO	Cuarcitas armoricanas.	Cuarcitas con potencia de 50 a 60 m. (Sierra del Santo).	Cuarcitas con pudingas en la base (cerros del Parralejo).	Tramo de las cuarcitas bien representado (Sierra de Sevilleja).	Pudingas en la base y cuarcitas suprayacentes a ellas (cerro del Mogorro).	El tramo de la cuarcita se halla bien representado con pudingas en la base.	¿	Tramo de las cuarcitas bien representado.	Cuarcitas potentes, más de 100 m., sin pudingas en la base (falda occidental).
	Tremadoc.	Areniscas groseras con pizarras arenosas alternantes (C.º Solana del Cuervo).	¿	¿	¿	¿	¿	¿	¿
CAMBRICO	Potsdamiense.		Areniscas blancas y cuarcitas superiores. Pizarras arcillosas grises con facies nodulosas (río Sangrera, alrededores de Espinoso).	Pizarras arcillosas grises potentes (C.º de Río Frio).	Pizarras arcillosas grises con más de 180 m. de potencia (cerro del Mogorro).	Pizarras arcillosas con filadíos y grauwackas y cuarcitas y areniscas superiores en contacto con el Silúrico.	Pizarras compactas con cuarcitas superiores (Gómez de Llarena).	¿	Pizarras arcillosas y superiormente pizarras arenosas y cuarcitas alternantes (vertiente occidental).
	Acadiense.	Calizas. Calizas alternantes con pizarras. Pizarras arcillosas alternantes con cuarcitas. Pizarras areniscosas (alrededores del pueblo).	¿	¿	Al parecer faltan las calizas.	¿	Calizas marmóreas con restos de <i>Archaeocyatus</i> (Hernández-Pacheco, E)	Calizas (Gómez de Llarena).	¿

existencia de un Cámbrico que, en conjunto, en estas zonas es difícil de diferenciar, pues si bien los grandes conjuntos litológicos y sus correlaciones con otras series mejor conocidas pueden resolver algunas dudas, se carece, en cambio, de base paleontológica segura para poder realizarlo. En el cuadro adjunto se resumen y comparan los datos obtenidos en los Montes de Toledo por otros autores y nosotros con los de Las Villuercas. Asimismo en la figura 5 se sintetiza la estratigrafía del límite Cámbrico-Silúrico.

Lo que sí es posible establecer es la existencia de una relativa uniformidad en la sedimentación, alterada por la formación de sedimentos detríticos más groseros, lo cual pudiera ser referido a oscilaciones del fondo del geosinclinal en el que se depositaban. El paso del Silúrico se realiza, salvo cuando existen las laguras estratigráficas indicadas, mediante la formación de sedimentos que señalan la regresión de finales del Cámbrico, para volver a depositarse sobre ellos los del Silúrico transgresivo. Bien es verdad que no parecen tener una gran amplitud tales movimientos de oscilación del fondo de este geosinclinal en lo que se refiere al final del Cámbrico, y únicamente tendría que ser considerado que nos hallamos en una zona de borde de tal geosinclinal.

IV. LAS RAÑAS

Dos conjuntos de materiales detríticos groseros de la misma significación, pero de representación muy diferente en cuanto a su extensión, aparecen en estas zonas constituyendo las rañas.

Es uno de ellos el que queda adosado al borde norte descrito, y que avanza hacia el valle del Tajo, a veces muy considerablemente.

La morfología de estas plataformas o mesas de gran desarrollo, con suave pendiente hacia el Norte y de perfiles

sencillos, casi horizontales, ha quedado definida en trabajos de otros autores y nuestros.

El desnivel existente entre tales plataformas y los valles de los ríos (Pusa, Cedena) que se han encajado en la superficie de erosión, predominantemente granítica, que las soporta, es de 100 metros en la línea morfológica del borde septentrional montañoso; de 50 a 60 en lo que se podría considerar tramo medio de estos cursos fluviales.

La constitución de estos niveles de raña es análoga a la reconocida para las mismas formaciones de Las Villuercas (Cáceres), con cantos de mayores dimensiones en la base, que van disminuyendo hacia la superficie. Las intercalaciones de lentejones arcillosos, arcilloarenosos y, a veces, una tendencia a la disposición de los cantos según líneas determinadas es dato que hay que destacar, así como que la naturaleza de los cantos es esencialmente cuarcitosa o areniscosa. El espesor de estos mantos es de 10-12 metros, como valores medios; pero nunca llegan a alcanzar la potencia que se les asigna en la hoja de Los Navalmorales, en donde, a juzgar por los cortes geológicos representados, esta potencia es de más de 150 metros, espesores que no se presentan jamás en ninguna zona en este tipo de formaciones geológicas.

El segundo conjunto de rañas, representado en el borde occidental, está muy pobremente desarrollado, quedando de él sólo algunos pequeños niveles residuales, a manera de cerros testigos. Tales son las denominadas de Varjondillo, al Norte de Gargantilla, y los que quedan en las inmediaciones y al Norte de la Nava de Ricomalillo, que llevan la denominación de Los Brezales. Se destacan también bien estos pequeños retazos de rañas, tanto por su forma y perfil como por la altitud y localización, adosadas, aunque separadas, a los relieves paleozoicos marginales del gran valle del Uso, a expensas de los cuales se ha formado.

Como ya se indicó, las rañas empiezan en el mismo bor-

de serrano, y en algunos casos penetran en el macizo montañoso siguiendo zonas en las que el borde no está marcado, como ocurre por Los Navalucillos. Ahora bien: el perfil de las rañas y aun su continuidad es perfecta con las laderas, mediante masas de derrubios, ya indicadas, que forman los materiales de piedemonte, si bien éstos recubren a las rañas allí donde están en perfecta continuidad.

Es indudable que las rañas descansan sobre una superficie de erosión previamente fraguada, por lo cual, si aquella superficie queda definida y datada, también pueden serlo las formaciones que la recubren, lo cual ya quedó precisado.

V. TECTÓNICA DEL BORDE

Tenemos que considerar, por una parte, que la tectónica del conjunto que estudiamos es esencialmente hercínica; pero en estas zonas de borde hay influencias claras de la orogenia alpídica, que se deja notar mejor que en las zonas del interior.

Dentro de ser esta tectónica de análogas características, en líneas generales, a las de otras áreas hercínicas peninsulares, hay que tener en cuenta rasgos estructurales que aquí se destacan más netamente y, además, que ha habido masas de rigidez mayor formadas por la banda cristalina septentrional, que ha debido jugar papel importante en la tectónica que afecta a este país.

Nos parece poder precisar, como ya indicó el profesor Gómez de Llarena, que la tectónica de fracturas impone en muchas zonas sello marcadísimo a la estructura observable. Además, en esta zona septentrional hay que destacar la vergencia al Norte que ofrece el conjunto sedimentario, vergencia normal hacia la gran masa de granitos existente en tal dirección.

1) *El contacto granito-Cámbrico.*—En el contacto de la masa granítica con las calizas hay que destacar que éstas

de está fracturado al Sur de Espinoso del Rey, fracturas que se evidencian bien en los tramos de cuarcitas.

En Los Navalmorales, las series Cámbricas y Silúricas se muestran concordantes, aunque el paso del Cámbrico, por su serie caliza, al Silúrico, en la base de cuarcitas, se hace mediante el tramo de areniscas groseras que quedó descrito. Lo más importante de este borde septentrional es anotar, como ya se hizo, la vergencia muy acusada de toda la serie hacia los granitos, por lo cual a veces se muestran las calizas con buzamientos relativamente débiles ($25^{\circ}-40^{\circ}$ al Sursuroeste). En otros puntos, sierra del Cristo, aún es menor tal buzamiento.

b) *Zona occidental.* — El carácter más importante que hemos podido precisar es una discordancia estratigráfica existente entre las pizarras arcillosas grises sobre las que se apoya la pudinga en los cerros del Mogorro, en los alrededores de la Nava del Ricomalillo. No se ha podido observar por el momento la existencia de discordancia erosiva en este contacto; pero la concordancia tectónica es bien ostensible. En efecto: tanto las pizarras como las pudingas se orientan de Noroeste a Suroeste y buzán 35° al Noroeste, existiendo un sistema de diaclasas vertical o subvertical.

En el borde serrano, al Norte de Gargantilla y Sevilleja de la Jara, la concordancia entre Cámbrico y Silúrico parece bien patentizada. De las cuarcitas de base del Silúrico se pasa a lo que podemos considerar como Cámbrico, representado aquí por pizarras arcillosas azuladas, por alteración, cuyos contactos con las cuarcitas no ha sido precisado por los recubrimientos de derrubios. Debajo de ellas vienen las pizarras grises arcillosas, que corresponden a los tramos antes referidos, y perfectamente identificados en otros puntos.

En estos parajes (Arroyo de la Yunta, entre la Serrezuela y la sierra de La Nava) se advierten claramente frac-

turas marginales que establecen verdaderos cerros testigos de la estructura paleozoica, y valga la expresión, como el anteriormente mencionado de La Nava (lám. VI, fot. 2)

El valle del Uso, que establece la delimitación con esta zona que estudiamos, muestra la serie pizarrosa Cámbrica replegada intensamente, replegadas que son bien observables en las trincheras de la carretera del Campillo a la Nava de Ricomalillo y en las del ferrocarril en construcción de Villanueva de la Serena a Talavera de la Reina, etc.

En este gran valle tectónico existen asomos de granitos, como los de Mohedas de la Jara y al Sur del Campillo, además de una serie de yacimientos de minerales, que ponen bien de manifiesto la poca profundidad a que quedan estos granitos.

3) *El conjunto paleozoico.*

Tal como acabamos de describir, los bordes estudiados de los Montes de Toledo, hacia el Norte y el Oeste, nos aparecen fundamentalmente constituidos en este sector por el Cámbrico calizo pizarroso, sobre el cual flotan algunas estructuras residuales del Silúrico que se refieren, sobre todo, a las cuarcitas que coronan estos relieves (véase mapa adjunto). Sobre ellas se apoya en algunos puntos un tramo pizarroso que llega a representar, solamente en estos parajes, al Ordoviciense inferior y medio.

El Paleozoico se muestra plegado conjuntamente, siendo de observar importantes lagunas estratigráficas, que se establecerán cuando se disponga de datos más concretos, habiéndose anotado ligeramente algunas de ellas.

Hay que resaltar, como en toda formación geológica, orógenos de distinta plasticidad, que se ponen de manifiesto claramente en los tramos de cuarcitas y en las series pizarrosas infrayacentes; éstas, muy replegadas, y aquéllas, en grandes masas, que no muestran estas replegadas.

Los pliegues que afectan a este conjunto paleozoico son, muchas veces, de tipo jurasicoide, pero muy afectados por una tectónica de fracturas que ha jugado un gran papel en el relieve actual. En efecto: se advierte bien claramente un sistema de fracturas de dirección Noroeste-Sureste, que quedan netamente marcadas (fot. 1) en muchos puntos, tales como el valle de la Cereceda, al Suroeste de la Nava de Ricomalillo; la que origina el Río Frío, valle del Uso, etcétera. Estas fracturas con alguna frecuencia se localizan en los ejes de los sinclinales, originando basculamientos de los bloques por ellas determinados, por lo cual, al establecer la dirección y el valor de los buzamientos, hay que tenerlas en cuenta, ya que trastuecan la disposición de los pliegues. La influencia que ejercen tales roturas en todo este relieve es de interés.

Otro sistema de fracturas se arrumba de Noreste a Suroeste, en líneas generales, dando origen, por ejemplo, a algunos valles del interior, como son el tramo del río Gévalo, comprendido entre Piedraescrita y Robledo del Mazo, etc.

La evolución tectogenética de este país, provisionalmente, puede ser referida a la existencia de una fase orogénica hercínica, difícil de precisar por la no existencia de cobertura más moderna, fase del plegamiento que en parte es simultánea con algunas fracturas de las que ahora se advierten.

El plegamiento se realizó con intensidad, acentuándose ésta o siendo los pliegues menos violentos, datos en dependencia con la calidad y espesor de los tramos que se pliegan.

Por lo pronto, quizá sea posible señalar un abombamiento, precursor de la fase orogénica hercínica, que se delata bien por la existencia de las discordancias estratigráficas y erosivas señaladas, debido a la presencia de un período erosivo anteordoviciense. Seguimos aquí con el problema señalado. Tales movimientos hay que referirlos a la orogenia caledónica, que aquí actuaron con movimientos epirogénicos.

cos. No poseemos datos suficientes para poder precisar más por el momento.

¿Qué importancia revisten aquí las repercusiones de la orogenia alpina? Es dato al que quizá se haya dado demasiada importancia, pues si bien existen fracturas que a esta orogenia sean debidas, no son decisivas para la estructura de estos Montes. Ya queda aclarado que las fracturas que se orientan de Noroeste a Sureste han de ser de edad posthercínica, rejuvenecidas nuevamente en los tiempos terciarios. En algunos casos incluso es posible admitir que este rejuvenecimiento ha sido muy intenso.

Indudablemente, nos encontramos aquí con un relieve de caracteres algo distinto al de Las Villuercas: allí domina más la tectónica de plegamiento que la de fractura, el relieve allí es más típicamente apalachense; aquí las fracturas han afectado más netamente el zócalo paleozoico, de tal manera que, aun siendo muy intensa la erosión, no ha podido borrar las huellas de estas fracturas, por lo cual las direcciones hercínicas quedan menos netas que en Las Villuercas. En parte puede ser explicado teniendo en cuenta la presencia del zócalo granítico más superficial.

Quizá haya que pensar que este fracturamiento haya sido muy complicado debido a los hundimientos locales, lo cual, unido a que, en parte, los pliegues en algunas zonas no eran muy acentuados, hace que nos aparezca el relieve más confuso, más laberíntico, no tan claramente delineado como en Las Villuercas.

Pero hay que dejar bien sentado que no se ha podido señalar discordancia tectónica entre el Cámbrico y el Silúrico, hecho que no se repite en Portugal con alguna frecuencia, no habiendo podido aún establecer las relaciones entre uno y otro. No nos es permitido decir que los materiales cámbricos hubieran sido plegados anteriormente a la posición del Silúrico, pues por el momento no se posee criterio para establecer tal hecho en España. La concordancia, pues,

parece ser real en todos los aspectos, siendo únicamente distinguible la diferencia de plasticidad de unos y otros materiales.

4) *Los terrenos de recubrimiento.*

Nos referimos aquí especialmente a las rañas; tectónicamente consideradas, poco pueden aportarnos.

El problema es morfológico, aunque en última instancia su posición actual tenga ciertas relaciones, tanto aquí como en Las Villuercas, con la ascendencia tectónica de las zonas que tales plataformas de recubrimiento ocupan.

Como era de esperar, en el borde Norte de los Montes de Toledo estas formaciones se extienden ampliamente. Se refieren estas masas, como queda indicado, a la rampa o peana formada por el nivel de pedimento que afecta al frente serrano septentrional, de edad pliocénica, a la que hay que referir la de estos sedimentos, como correlativos o simultáneos a la superficie de erosión del pedimento. En parte, tal pedimento puede tener relaciones con fracturas de Noroeste a Sureste, o incluso de Este a Oeste, más o menos paralelas a las del borde meridional de la fosa del Tajo. Fenómeno análogo, con idénticas características, hemos señalado con mayor detalle en la porción Noroeste del macizo de Las Villuercas, dando frente a la fosa del Tajo, aunque aquí ésta presenta su suelo periclinado.

En el valle tectónico del Uso tales niveles han quedado extremadamente reducidos en la porción septentrional de dicho valle, ocupando los niveles residuales de tales plataformas porciones marginales, ahora señaladas junto a la Nava de Ricomalillo, al Sur (Varjondillo y Los Brezales), para los Montes de Toledo, y anteriormente descubiertas y señaladas por nosotros en las proximidades de Carrascalejo (al Sur), en la base de la sierra de Altamira.

Indudablemente, la extensión de estas rañas en estas zonas ha debido ser mucho mayor; pero se han visto barridas en tiempos cuaternarios por la intensa erosión.

VI. CONCLUSIONES

Se establecen en el borde noroccidental de los Montes de Toledo los rasgos morfológicos que separan y delimitan esta zona montañosa de la superficie pliocénica, recubierta por las rañas, que se extiende al Norte de la depresión tectónico-erosiva que determina la zona entre los Montes de Toledo y Las Villuercas (Cáceres), al Oeste, depresión que hemos denominado del río Uso.

La estratigrafía del límite Cámbrico-Silúrico queda precisada en diversos puntos, deduciéndose de ello la existencia de un período erosivo anteordoviciense que explica la discordancia estratigráfica señalada en la Nava de Ricomalillo, Gargantilla y otros puntos. La falta de materiales detríticos superiores a las pizarras arcillosas que se han datado como Potsdamienses hacen suponer tal hecho.

El Cámbrico está referido a dos conjuntos: uno más inferior, calizo fundamentalmente, que se atribuye al Acadense, y otro esencialmente pizarroso, arenoso, con intercalaciones de cuarcitas en los tramos superiores, sobre el cual ya descansa el Silúrico transgresivo. Este último conjunto Cámbrico puede datarse como Potsdamiense, y es el que falta en algunos puntos.

En la base del Silúrico se encuentran pudingas con cantos cuarzosos, y sobre ellos descansa el tramo de las cuarcitas armoricanas, que a veces llevan englobados cantos cuarzosos.

No se aprecia discordancia tectónica en el límite Cámbrico-Silúrico.

La estructura del sistema montañoso se interpreta como

un conjunto plegado por la orogenia hercínica y fracturado intensamente, fracturas las más modernas en relación con la fosa del Tajo, que han contribuido al modelado de la región. Muchas de estas fracturas son de ascendencia hercínica, rejuvenecidas, a veces intensamente, por la orogenia alpina.

El Silúrico forma estructuras flotantes residuales sobre el Cámbrico, que en esta zona es el que alcanza mayor extensión.

En el borde septentrional, el Cámbrico presenta acusada vergencia hacia el Norte, hacia la masa rígida de granitos, que producen metamorfismo escaso sobre los materiales con él en contacto.

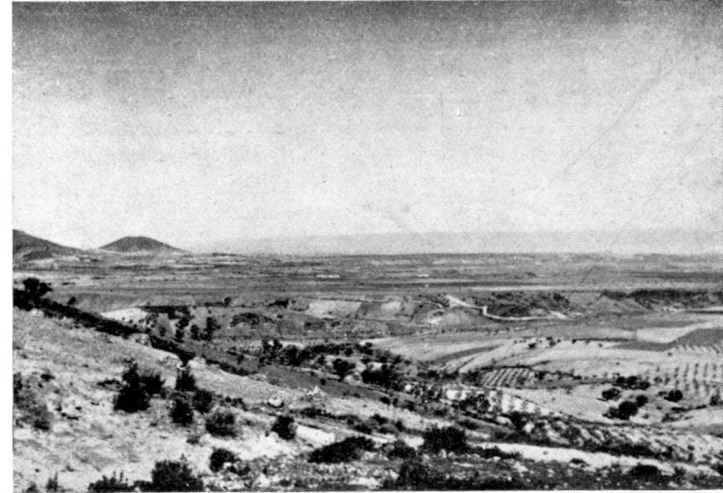
Las rañas, a las que se atribuye edad Pliocena, se encuentran ampliamente desarrolladas hacia el Norte. No así por el Oeste (valle del Uso), donde sólo quedan pequeños retazos, a manera de cerros testigos, representantes de una mayor extensión de tales formaciones.

Septiembre, 1955.

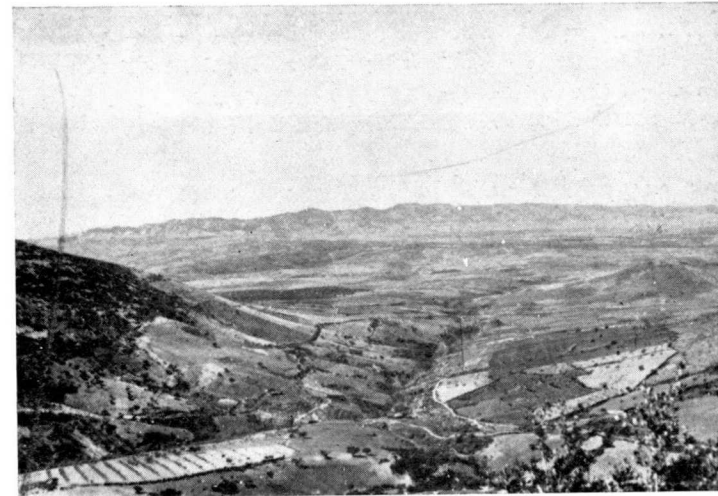
BIBLIOGRAFIA

- (1) 1855. DE PRADO, C.: *Memoria sobre la geología de Almadén, de una parte de Sierra Morena y de las montañas de Toledo*. «Bull. Soc. de France», t. XII. Paris.
- (2) 1876. DE LA PEÑA, A.: *Reseña geológica de la provincia de Toledo*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», t. III. Madrid.
- (3) 1878. DE CORTÁZAR, D.: *Expedición geológica por la provincia de Toledo*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», t. V. Madrid.
- (4) 1912. HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: *Itinerario geológico de Toledo a Urda*. «Trab. Mus. Nac. de Ciencias Naturales», núm. 1. Madrid.
- (5) 1912. MALLADA, E. y DUPUY DE LÔME, E.: *Reseña geológica de la provincia de Toledo*. «Bol. Inst. Geol. de España», 2.ª serie, t. XIII. Madrid.
- (6) 1913. FERNÁNDEZ NAVARRO, I.: *Datos de una excursión geológica por la provincia de Toledo*. «Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XIII. Madrid.

- (7) 1914. GÓMEZ DE LLARENA, J.: *Excursión geológica a Navas de Estena (montes de Toledo)*. «Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XIV. Madrid.
- (8) 1916. — — *Bosquejo geográfico geológico de los montes de Toledo*. «Trab. Museo Nac. de Cienc. Nat.», ser. Geol. núm. 15. Madrid.
- (9) 1929. HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: *Datos geológicos de la meseta toledano-cacereña y de la fosa del Tajo*. «Mem. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XV. Madrid.
- (10) 1935. OEHME, R.: *Die Rañas Eine Spanische Schuttlandsche n. Zeitschrift für Geomorphologie*. Bd. IX. Heft. 1.
- (11) 1949. MESEGUER PARDO, J.: *Investigación de yacimientos de oro en la Nava de Ricomalillo (Toledo)*. «Bol. del Inst. Geol. y Min. de España», t. LVIII. Madrid.
- (12) 1942. OEHME, R.: *Beiträge zur morphologie des mittleren Extremadura*. (Spanen Naumburg).
- (13) 1949. HERNÁNDEZ PACHECO, F.: *Las rañas de las sierras centrales de Extremadura*. C. R. XVI Congreso Internacional de Geografía. Lisboa.
- (14) *Geografía física. Península Ibérica*. Sole Sabaris (L.). Colección Vidal de la Blache. Edit. Montaner y Simón. Barcelona.
- (15) KINDELÁN, J. A. y CANTOS FIGUEROLA, J.: *Hoja geológica número 655. Los Navalmorales*. Instituto Geol. y Min. de España. Madrid.
- (16) HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *El relieve de las zonas hercínicas peninsulares en la Extremadura central*. «Libro Jubilar», t. I. Instituto Geol. y Min. de España.
- (17) 1952. RAMÍREZ, E.: *Nota preliminar para el estudio de las rañas*. «Anales de Edafología y Fisiología Vegetal», t. XI, núm. 4. Madrid.
- (18) 1952. — — *El macizo orográfico de las Villuercas (Cáceres). Nota preliminar para su estudio morfológico, estratigráfico, tectónico y mineralógico*. «Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. L. Madrid.
- (19) 1954. — — *Geología de las Villuercas (Cáceres)*. Tesis doctoral. Inédito. Universidad de Madrid.
- (20) 1955. — — *El sinclinal silúrico del Guadarranque (Cáceres). Contribución al estudio de la estratigrafía del silúrico ibérico*. En prensa. Instituto «Lucas Mallada», del C. S. de I. C. Estudios Geológicos. Madrid.



Fot. 1.—El contacto morfológico de la llanada al N. de los Montes de Toledo. Vista desde los cerros de Espinoso del Rey. Superficie de erosión pospontiense recubierta por los materiales de las Rañas.

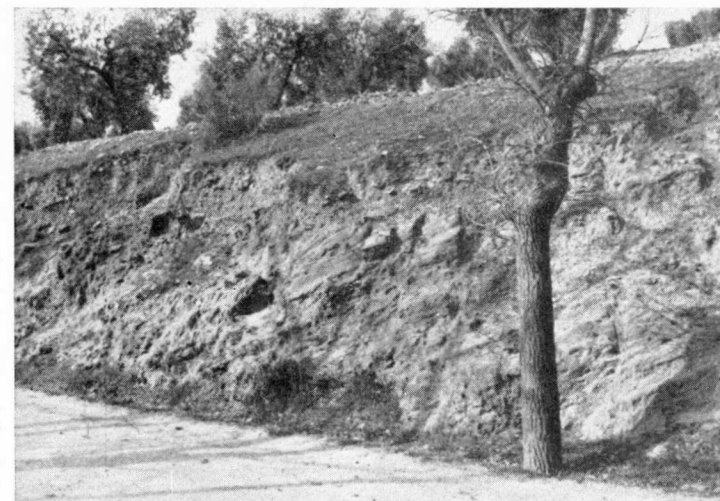


Fot. 2.—El valle tectónico-erosivo del Uso: entre las Villuercas, al fondo, y los Montes de Toledo, al E. El surco de Río Frio en el brusco codo que traza al salir de los Montes.



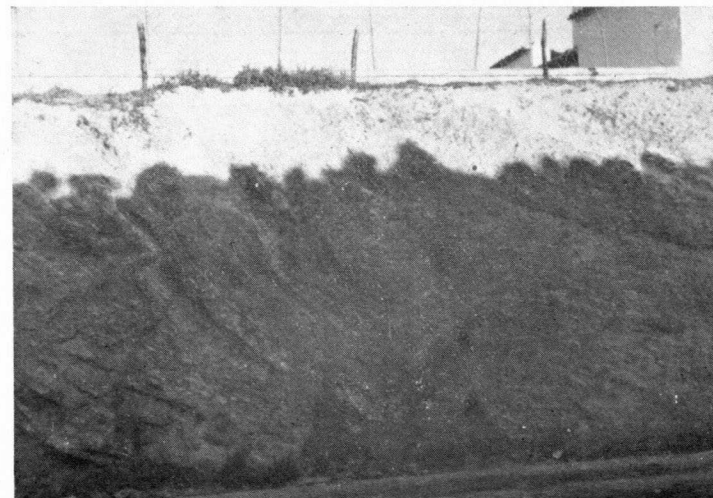


Fot. 1.—Tramo de calizas y pizarras cámbricas alternantes en la trinchera de la carretera de Navahermosa a los Navalmorales, en las proximidades de este pueblo. Los materiales buzan al SSW.



Fot. 2.—Calizas cámbricas metamorizadas con intercalaciones de pizarras en la carretera de Navahermosa a los Navalmorales, junto a esta localidad. La masa está muy diaclasada.





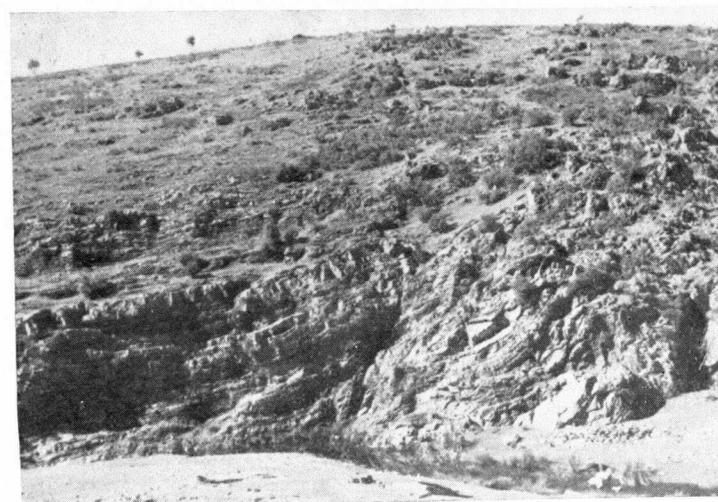
Fot. 1.—Calizas y pizarras cámbricas replegadas cerca del contacto con los granitos en la trinchera de la carretera de los Navalmorales a San Martín de Pusa, frente a aquella localidad.



Fot. 2.—Areniscas cámbricas de colores claros, fracturadas, que constituyen el tramo superior del Cámbrico en los alrededores de Espinoso del Rey.



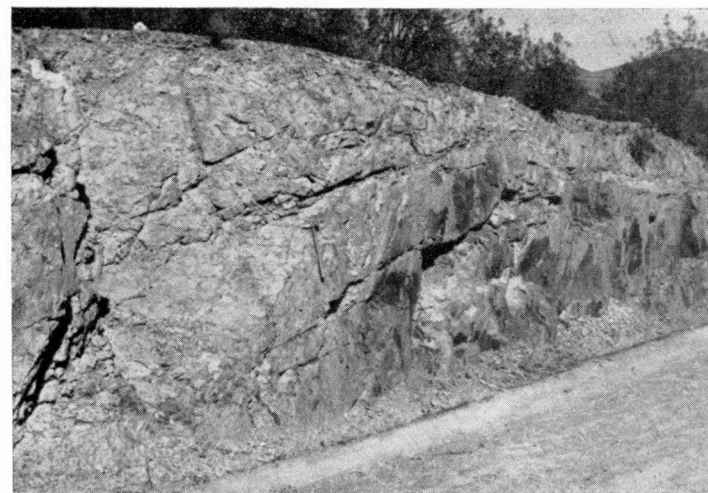
Fot. 1.—Areniscas atribuidas al Potsdamiense en la cantera del Placerón, junto al cerro del Nogalillo, en Espinoso del Rey. El buzamiento es de 30° al N.



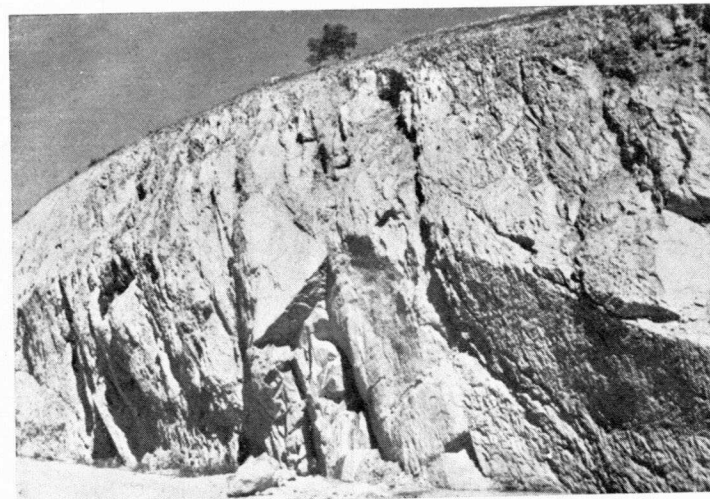
Fot. 2.—Arroyo de la Cereceda, entre Espinoso del Rey y Robledillo. Sinclinal constituido por las cuarcitas armoricanas, que aquí se encuentran falladas y replegadas.



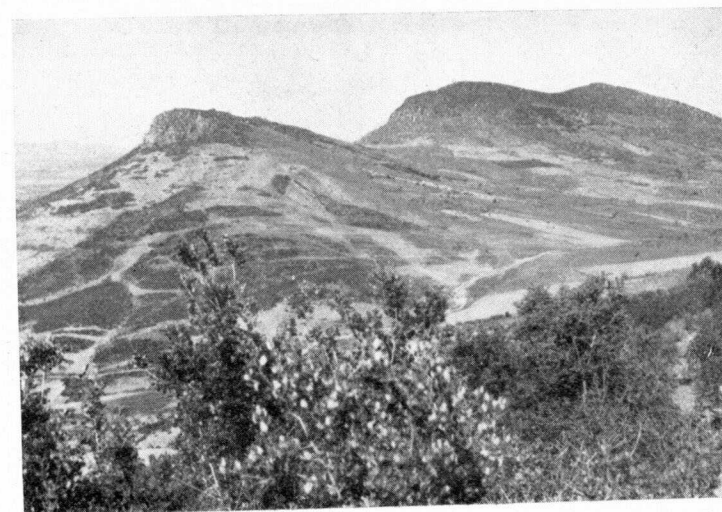
Fot. 1.—Cuarcitas y pizarras arenosas del Cámbrico en la trinchera de la carretera de Robledillo a Robledo del Mazo, junto a aquella localidad. Materiales muy diaclasados.



Fot. 2.—Pizarras cámbricas en la carretera de Robledillo a Robledo del Mazo, junto al valle del Gevalo.



Fot. 1.—Fizarras arenosas cámbricas en la trinchera de la carretera de San Martín de Valdeiglesias, junto a Gargantilla, km. 120, hm. 2. Fracturas locales que enmascaran la estratificación.



Fot. 2.—Cerros marginales del valle del Uso, al S. de la Nava de Ricomalillo, coronados por cuarcitas del Silúrico. Este borde marginal está fracturado.



Contacto metamórfico entre las calizas
de Valdemaqueda y un pórfido ácido

POR

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

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

CONTACTO METAMORFICO
ENTRE LAS CALIZAS DE VALDEMAQUEDA
Y UN PORFIDO ACIDO

En la parte occidental de la Sierra del Guadarrama y comienzo del Macizo de Gredos existen dos manchas metamórficas alineadas casi paralelamente entre sí y de alineación general N.-S. La situada al Este es la de mayor extensión, pues su eje longitudinal va desde Villa del Prado al Valle de los Caídos, ensanchándose por ambos extremos, mientras que en la parte central presenta un estrechamiento de aproximadamente cuatro kilómetros. Excepto en su parte Sur, que corresponde directamente al valle del Alberche, la mayoría de este metamórfico se encuentra sobre la cuenca del río Cofio, por lo que nos parece oportuno emplear la denominación de «Mancha metamórfica del Cofio». El río corre un buen trecho de su curso alto y medio, dentro de la formación metamórfica, en un valle fuertemente encajado y zigzagueante, y que probablemente corresponde a una alineación de fracturas con dirección dominante de Norte a Sur, curvándose un poco hacia el Este en la parte más meridional para ir a morir en ángulo casi recto con la falla de Picadas, en el borde Sur de la Sierra del Guadarrama.

La primera impresión que causa este metamórfico es la de una gigantesca escama o resto de cobertura sobre la inmensa formación granítica que la limita de una forma casi total. Pero tal idea no se puede mantener en estudios de mayor precisión, pues la impresión que hemos sacado de nuestros itinerarios de campo es de que el granito no es el mismo en todas partes. Probablemente nos encontramos con rocas de distintos orígenes, como formadas en procesos diferentes o en fases muy distintas de un mismo proceso total: existen granitos en nada semejantes los unos a los otros y sus contactos con el metamórfico presentan asimismo diferencias bien acusadas. En trabajos futuros trataremos de especificar sobre el particular, partiendo de la idea de que existen «granitos y granitos».

La roca fundamental de metamórfico es un neis de dominio glandular, fuertemente feldespático y biotítico, con algunos tránsitos hacia el micáceo y la micacita. En otros puntos pasa hacia formaciones de ultrametamorfismo (8, página 8). Dentro de la monotonía neísica los accidentes petrográficos más interesantes que hemos encontrado hasta hoy son: una banda caliza, otra granitoidea y la presencia de diques de quimismo ácido. Las dos primeras son concordantes con la dirección general del neis (N.-S., en la parte central) y de ellas las calizas vienen a ser como una espina dorsal de la mancha, acercándose a su borde Oeste en el Puente de San Juan y Valle Frías, mientras que a partir de la estación de Santa María de la Alameda queda sustituida por una serie de lentejones diseminados en el neis, con cuyo carácter sale de la hoja 532 del mapa nacional 1:50.000, que en unión de las 580, 602 y 603 son las que hemos recorrido. Como decíamos antes, la formación granitoidea que se encuentra dentro del metamórfico es paralela a las calizas y se presenta de forma clara en la ladera

Este del Cerro de Santa Catalina; de carácter muy ácido, con grandes cristales porfídicos de feldespatos y algunas concentraciones micáceas de hasta 20 cm. de grosor y de límites difusos. En otras partes tiene un cierto aspecto de esparagmita con escasa mica y ésta, en parte, es moscovita. Los diques ácidos se encuentran en multitud de puntos, con direcciones diferentes, y tanto dentro del metamórfico como en el granito circundante. El carácter más curioso de los mismos es su distinto grado de cristalinidad, que en conjunto abarca desde los que son afaníticos hasta los formados por un agregado completamente cristalino, bastante equigranular y con tendencia al idiomorfismo. A veces son verdaderos granitos o microgranitos. La mayor densidad de estos diques la hemos encontrado en el curso del Cofio, entre los términos de Robledo de Chavela y Valdemaqueda.

Las calizas fueron estudiadas por Carandell en 1914 (4), quien atribuye a todas ellas el mismo origen a partir de un sedimento único y más tarde separadas por efectos tectónicos. Cita dos casos de contactos entre las calizas y diques ácidos: uno de ellos en el Cerro del Diablo, que obliga a curvarse a las calizas, y el otro, en Cardoso, de aspecto semejante al anterior. Ambos casos se encuentran en otras zonas de las estudiadas por nosotros; pero en el término de Valdemaqueda hemos encontrado un hecho similar, cuyo estudio es el objeto de esta nota. Carandell no cita estas calizas, aunque sí lo hace de las muy próximas de Robledo de Chavela, estudiando detenidamente su tránsito hacia el neis. El punto a que nos referimos está situado un poco más al Norte, en la margen derecha del Cofio, cerca del camino de Los Corrales. Más aguas arriba vuelven a pasar a la otra margen del río, siendo precisamente aquí donde se encuentran atravesadas por el pór-

fido y donde hemos recogido las muestras que estudiamos. El esquema de la figura 1 da una idea general del contacto entre ambas rocas, cuyos límites comunes se observan mal

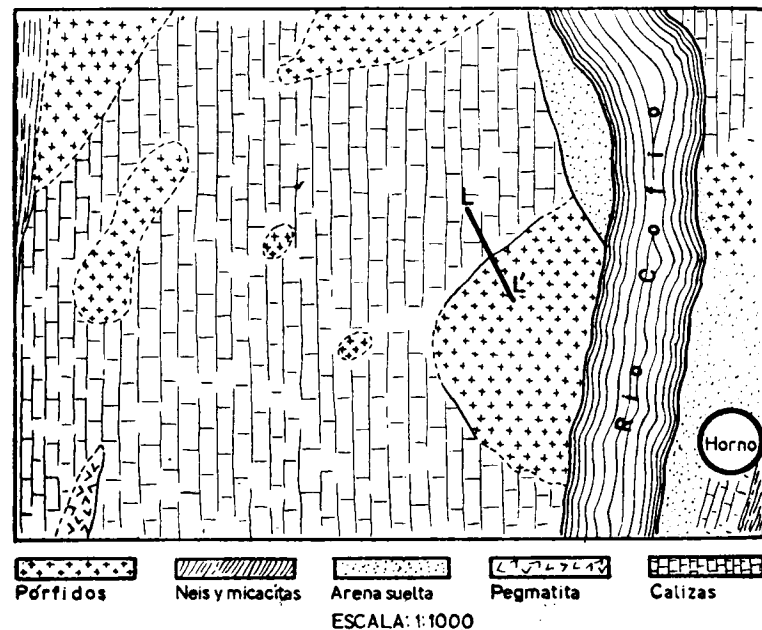


Fig. 1.—Esquema de la situación de las calizas y el pórfido junto al río Cofio.

por la tierra suelta, que es abundante. El caso más claro es el señalado por la línea L-L.

Aunque la dirección general es la de N.-S., estas calizas presentan algunas desviaciones locales de poca importancia y que probablemente son debidas a la línea de rotura del Cofio. En Robledo de Chavela vienen a tener una potencia de 30 m., con $D = 0$ y buzamiento hacia el Oeste y Suroeste. Al pasar al término de Valdemaqueda aparecen con una dirección de 40° y un buzamiento de 45° al Oeste; un poco antes del punto representado en el esque-

ma están fuertemente replegadas y son de mayor potencia; en la proximidad del pórfido la dirección es cero y el buzamiento de $50^\circ-60^\circ$ al Oeste; pero cuando vuelven a la margen izquierda del río, su dirección es de 40° .

Aclaremos, antes de nada, que todas las calizas de esta banda presentan en algunos puntos formaciones pegmatíticas de límites, a veces poco precisos, de pequeño tamaño y con tendencias circulares. En nuestro caso aparece una roca de este tipo que está señalada en el esquema. Algunas otras pegmatitas que hemos observado dentro de las calizas presentan cristales de turmalina. También es frecuente la presencia de cristales de pirita en la caliza; pero este caso no se da en la proximidad del pórfido. Nos ha parecido interesante recoger una muestra de las calizas en la proximidad de la pegmatita para compararla con las metamorizadas por el pórfido. De la propia pegmatita también obtuvimos un ejemplar, pero no efectuamos el análisis correspondiente, dado el tamaño de los cristales, que es el corriente en este tipo de rocas.



Fig. 2.—Localización de las muestras recogidas.

La impresión del campo es la de que el fenómeno de contacto con el pórfido se reduce a una zona muy restringida que abarca menos de 2 m. de potencia, de los cuales

el primero es completamente homogéneo. Con arreglo a esta idea se recogieron 11 muestras, cuya localización va indicada en la figura 2 y cuya denominación de campo, así como las distancias, se especifican a continuación. Pero dada la rapidez del fenómeno se ha de tener en cuenta que las distancias no son completamente exactas en cuanto a las preparaciones y a los análisis químicos.

- A₁ Pórfido ácido fresco cerca del contacto.
- A₂ Pórfido ácido de elementos ordenados a 1,50 m. de A₁.
- A₃ Pórfido ácido de elementos ordenados a 1,70 m. de A₁.
- C₁ Caliza cristalina a 150 cm. del plano de contacto.
- C₂ Caliza cristalina a 135 cm. del plano de contacto.
- C₃ Caliza metamorfizada a 125 cm. del plano de contacto.
- C₄ Caliza metamorfizada a 100 cm. del plano de contacto.
- C₅ Caliza en la proximidad de la formación feldespática.
- C₆ Caliza metamorfizada a 100 cm. de A₃.
- C₇ Caliza metamorfizada a 150 cm. de A₃.
- P₁ Muestra feldespática a 70 cm. de C₅.

DATOS PETROGRÁFICOS (M. SAN MIGUEL)

A₁.—Roca compacta, muy dura y consistente; porfídica, con pocos y pequeños cristales, de color gris en fractura reciente y pardo-rojiza en la pátina. A simple vista se reconocen cristales blancos de feldespato y pasta felsítica completamente afanítica. Con el microscopio se confirma su estructura porfídica con fenocristales de ortosa que llevan incluidos láminas de biotita y clorita; de microclina y micropertita. Otros muy curiosos que incluyen la ortosa alterada (caolinitizada); plagioclasas, laminillas de biotita y pasta finísimo con microlitos de feldespatos, laminillas de mica y felsita (Lám. II-1).

A₂.—Roca porfídica dura y consistente con fenocristales de feldespatos orientados paralelamente a sus alargamientos y pasta con puntos rojizos y líneas igualmente orientadas; color gris claro y pátina pardo-rojiza. A simple vista se distinguen cristales cuadrangulares de feldespatos y láminas rojizas de biotita hematitizada sobre base de grano finísimo. Con el microscopio se ve que es una curiosa roca formada por capas finas orientadas, entre las cuales quedan, como amígdalas, cristales de cuarzo y feldespatos como movidos y arrastrados por una corriente plástica; láminas de mica ferrífera igualmente orientadas y base criptocristalina felsítica parecida a la del pórfido descrito antes (Lám. II-2).

A₃.—Roca compacta, porfídica, de grano fino; muy dura y consistente. De color gris en fractura reciente, pardo-rojiza en la pátina. A simple vista se ven fenocristales blancos y rojizos de feldespatos sobre una base completamente afanítica. Con el microscopio se reconoce estructura porfídica riolítica, con fenocristales de ortosa, algunos muy alterados y otros menos; fuertemente cataclásticos, notándose bien desplazamientos en la dirección de la corriente plástica. Los fenocristales dan la apariencia de una estructura ocelar o glandular. Hay también aglomeraciones de biotita más o menos hematitizada y cubos de piritita limonitizados y un cristal muy idiomorfo de clorita, probablemente procedente de la alteración de un anfíbol; la base debió de estar muy plástica o fluidal, por lo que todos los componentes aparecen con líneas micáceas, sericíticas, sobre la base criptocristalina (Lám. III).

C₁.—Roca compacta, de grano fino sacaroideo, muy consistente, aunque blanda, se raya fácilmente con la navaja; de color gris claro; a simple vista sólo se distinguen laminillas de mica amarillento-rojizas sobre una masa gra-

nular de calcita. Con el microscopio se distingue una estructura grano-homoblástica de granos de calcita predominantes que forman el 90 por 100 ó más de la roca; las laminillas son de flogopita (Lám. IV-1).

C_2 .—Roca muy semejante a la anterior, de grano algo más grueso y más rica en flogopita (Lám. IV-2).

C_3 .—Roca compacta dura y consistente, de grano finísimo, color gris. A simple vista no puede distinguirse mineral alguno. Con el microscopio se ve compuesta de bandas paralelas, anchas unas, lineales otras, cortadas a veces por unas bandas estrechas normales a ellas, rellenas de un producto opaco, blanco por reflexión, que puede ser caolínico. Una de las partes es granular, con granos irregulares de cuarzo, albita, ortosa y microclina, con aspecto de arenisca arcósica. Entre los granos aparecen numerosas manchas opacas alineadas, que en luz reflejada son blancas. Hay, además, granillos redondeados de zircón (Lám. V).

C_4 .—Roca compacta muy dura y tenaz de grano fino. Estructura milonítica, de color gris oscuro, verdoso en fractura reciente y pardo-rojizo oscuro en las pátinas. A simple vista no pueden distinguirse los minerales que la forman. Con el microscopio se reconoce una estructura cataclástica con granos irregulares de feldespato y cuarzo y bandas y envolturas de un producto opaco, blanco por reflexión, que debe ser caolínico, producto de alteración de la ortosa. Contiene también biotita cloritizada y moscovitizada y rara biotita fresca. La biotita se transforma en un producto verde oscuro, esferulítico, clorita-pennina (Lám. VI).

C_5 .—Roca compacta, blanda, pero consistente, de grano finísimo; granular y calcítica, de color gris claro. Con el microscopio se ve que es un mármol cipolínico compues-

to de granos de calcita predominante hasta el 90 por 100 ó más del volumen de la roca, láminas de flogopita, algunos granos de granate, epidota y otros diminutos de wollastonita o tremolita (Lám. VIII-1).

C_7 .—Roca compacta muy dura y consistente de color gris claro en fractura reciente, pardo-rojiza en la pátina. A simple vista se ven granos de feldespatos alterados y manchas verde oscuras. En el microscopio parece como un producto de tipo escarne. Se reconocen granos de variado tamaño y forma de diópsido, granate, epidota, clinozoisita y placas y granos de feldespato indeterminable, como sausurita.

La clinozoisita encontrada en esta roca ha sido estudiada por la señora Ibarrola de Fúster mediante la platina teodolítica y ha obtenido las siguientes propiedades ópticas:

Mineral de débil birrefringencia, en algunas secciones débilmente pleocroico, presenta maclas con bastante frecuencia. Las medidas sobre los distintos individuos del cristal de la Lám. VI-1 dan:

Angulo de los ejes ópticos: $2V = 88^\circ +$

Birrefringencias principales: $n_1 - n_2 = 0,006_3$
 $n_1 - n_3 = 0,003_3$
 $n_3 - n_2 = 0,003_0$

Estos caracteres se corresponden bastante bien con los de una clinozoisita algo ferrifera ($\sim 10\%$ de $\text{HCa}_2\text{Fe}_3\text{Si}_3\text{O}_{13}$), y aunque podría parecer una vesuviana por las maclas (y porque en ocasiones puede ser biáxica), su ángulo es completamente diferente; $2E = 30^\circ - 60^\circ (-)$.

En otro ejemplar que se estudió los cristales medidos varían ligeramente con respecto a los anteriores. El án-

gulo de los ejes ópticos es en este caso: $2V = 69^\circ +$, y las birrefringencias principales:

$$n_\gamma - n_\alpha = 0,006$$

$$n_\gamma - n_\beta = 0,004$$

$$n_\beta - n_\alpha = 0,002$$

Se trata claramente del mismo mineral, una clinozoisita que en este caso es prácticamente pura (Lám. VII-2).

P_1 .—Roca brechoide muy dura y consistente, de color gris claro, con manchas negras. A simple vista se ven granos irregulares de cuarzo, feldespato y base criptocrystalina de aspecto de cuarcita. Con el microscopio se reconocen grandes placas de pertita, de ortosa y de microclina y nidos o venas de cuarzo cataclástico con extinción ondulante. No hay elementos ferromagnésicos. Parece una pegmatita milonitizada (Lám. VIII-2).

ESTUDIO QUÍMICO (G. DE FIGUEROLA)

Los ejemplares que nos han parecido más interesantes para realizar sus análisis químicos son los correspondientes a la serie desde el pórfido al ejemplar C_1 por abarcar nos todos los pasos del fenómeno de contacto. A esta serie añadimos dos del pórfido con la intención de comprobar si ha habido fenómenos de asimilación o migración de las calizas hacia la roca ácida, y el de C_3 , que por encontrarse en la proximidad de una pegmatita puede darnos un punto de referencia para otros fenómenos, al parecer bien diferentes a la intrusión de un pórfido.

Los tantos por ciento que nos dieron los análisis químicos van a continuación y los colocamos ordenados por sílice creciente (1):

	C_1	C_2	C_3	C_4	A_3	A_1
SiO ₂	3.13	7.89	50.76	54.25	54.60	68.37
TiO ₂	—	Ind.	0.58	0.77	0.67	0.11
Al ₂ O ₃	0.43	1.11	13.15	13.90	15.74	15.26
Fe ₂ O ₃	0.04	—	2.23	1.29	1.18	0.27
FeO.....	0.14	0.65	1.95	2.68	4.96	0.69
MnO.....	—	—	0.02	Ind.	Ind.	—
MgO.....	4.15	4.98	6.73	3.26	6.04	0.82
CaO.....	50.70	46.53	17.35	14.41	5.62	0.30
Na ₂ O.....	0.29	0.88	1.48	1.92	3.57	4.92
K ₂ O.....	0.21	0.98	4.47	6.62	4.73	7.58
P ₂ O.....	—	0.05	0.20	0.24	0.02	0.16
CO ₂	40.83	36.21	0.14	0.20	0.06	—
S ₂	Ind.	Ind.	—	—	—	Ind.
H ₂ O ⁺	0.39	0.61	0.69	0.16	2.25	0.73
H ₂ O ⁻	0.26	0.21	0.57	0.54	0.49	0.42
	100.56	100.10	100.32	100.24	99.85	99.64

Partiendo de estos datos calculamos ahora los valores correspondientes a las celdillas tipo y que son como siguen:

	A_3	A_1	C_4	C_3	C_2	C_1	C_5
Si.....	56.07	61.40	50.58	52.42	7.07	2.77	49.09
Ti.....	0.30	0.10	0.39	0.52	—	—	0.42
Al.....	20.46	16.20	17.19	15.75	1.17	0.40	14.98
Fe.....	2.01	0.19	0.79	0.93	—	0.03	1.66
Fe.....	2.11	0.48	3.85	2.18	0.48	0.10	1.56
Mn.....	0.10	—	—	—	—	—	—
Mg.....	2.51	1.07	8.40	4.66	6.64	5.48	9.67
Ca.....	0.40	0.29	5.53	14.92	44.65	48.09	17.99
Na.....	3.81	8.54	6.32	36.62	1.51	0.49	2.80
K.....	12.54	8.63	5.63	8.18	1.11	0.25	5.51
P.....	—	0.10	—	0.21	0.03	—	0.21
C.....	—	—	0.10	0.21	44.30	49.36	0.10
	100.31	97.10	98.78	103.60	106.96	107.20	103.99

Observemos que el número total de cationes por celdilla va disminuyendo según nos acercamos al pórfido y que el mismo fenómeno encontramos en la proximidad de la pegmatita, que presenta un número total de cationes muy

semejante al de C_3 . Cualquier valor de los distintos cationes se puede seguir a través de las rocas del contacto y ver las variaciones que sufre; pero como suponemos que todas estas rocas proceden de una caliza primitiva transformada por la proximidad del pórfido, podemos establecer un estadillo de pérdidas y ganancias en cationes tomando como base la caliza más alejada del plano de contacto que admitimos es de constitución semejante a la general del campo. En él señalamos con signo positivo aquellos cationes que aumentan sobre la C_1 y con signo negativo los que pierden. Para los dos análisis del pórfido efectuamos el mismo cálculo con ganancias y pérdidas de A_3 sobre A_1 , y para la caliza en la proximidad de la pegmatita estable-

	C_5	A_3	A_1	C_4	C_3	C_2	C_1
Si	+46.32	-5.33	61.40	+50.68	+49.65	+4.30	2.77
Ti	+ 0.42	+0.20	0.10	+ 0.39	+ 0.52	—	—
Al	+14.49	+4.26	16.20	+16.79	+15.26	+0.68	0.49
Fe ⁺⁺⁺	+ 1.63	+1.82	0.19	+ 0.76	+ 0.90	-0.03	0.03
Fe ⁺⁺	+ 1.46	+1.63	0.48	+ 3.76	+ 2.08	+0.38	0.10
Mn	—	+0.10	—	—	—	—	—
Mg	+ 4.19	+1.44	1.07	+ 2.93	- 0.82	+1.16	5.48
Ca	-30.10	+0.11	0.29	-42.68	-33.17	-3.42	48.09
Na ⁺	+ 2.31	-4.73	8.54	+ 5.85	+ 3.13	+1.02	0.49
K	+ 5.26	+3.91	8.63	+ 5.39	+ 7.92	+0.86	0.25
C	-49.26	—	—	-49.26	-49.15	-5.06	49.36
P	+ 0.21	-0.10	0.10	—	+ 0.21	+0.03	—
OH	+ 1.04	-0.75	2.13	+ 5.79	- 0.62	+0.68	1.14

remos la comparación con la caliza general, C_1 . De esta forma en el estadillo siguiente figuran las columnas C_1 y A_1 , con los valores absolutos de la celdilla tipo y el resto representan las respectivas ganancias y pérdidas:

El resumen de los cationes removidos en las distintas rocas es como sigue:

	C_2	C_3	C_4	C_5	A_3
Ganan.....	9.11	79.68	89.52	77.33	13.47
Pierden.....	8.53	83.76	91.99	79.36	10.91

que han sido calculados teniendo en cuenta las variaciones del OH, que pueden indicarse así:

C_2	C_3	C_4	C_5	C_1
+ 0.68	- 0.62	+ 5.79	+ 1.04	- 0.75

El resumen de más arriba nos da una idea de la intensidad del fenómeno en los distintos casos, al mismo tiempo que nos demuestra, lo mismo que el estadillo anterior, la semejanza del proceso en la proximidad de la pegmatita (C_5) y en una de las rocas del contacto del pórfido (C_3). Aclaremos aquí que estos cambios catiónicos han debido de por fuerza ir acompañados por una renovación de los átomos de oxígeno, ya que la migración del carbono se debe de haber producido bajo la forma de CO_2 , arrastrando consigo algo del oxígeno de la celdilla primitiva. Y es probable que las pérdidas y ganancias de otros cationes se hayan producido de idéntica manera.

En el contacto, la ganancia de Si, Al y Na es progresiva hacia el pórfido y de forma paralela a la pérdida de Ca, mientras que para el Mg, el Fe, el P y el K las variaciones no son continuas. El magnesio presenta una fuerte depresión en la C_3 frente a dos ganancias laterales de la C_2 y C_4 , hecho que se debe probablemente a que la caliza primitiva era magnesiánica, produciéndose una culminación de este elemento al emigrar primero el Ca (concentración de Mg en C_2), mientras que el máximo de la C_4 puede haberse producido por la onda de basificación del contacto. La mayor concentración de potasio la encontramos en la C_3 , más lejos del plano de contacto que el sodio. Es curioso que en ejemplos estudiados de casos similares se presente a veces este mismo fenómeno, mientras que en otros suceda precisamente lo contrario. Tales diferencias en la culminación alcalina ha de tener una significación en petrogénesis dependiente de una (o varias) de las variables que intervienen en los fenómenos migratorios de los contactos, y que de momento desconocemos por completo. Digamos, sin embargo, que de los datos que poseemos hasta hoy, los casos en que el potasio culmina más lejos que el sodio son: en las epidoleritas de Breven, en el metamorfismo de Stavanger, en las arcosas del suroeste noruego y en las inclusiones sedimentarias del granito de Boulder (5).

En cuanto a la caliza en la proximidad a la pegmatita encontramos, como ya hemos hecho notar, cierta semejanza con la C_3 . Hay, sin embargo, la excepción del Mg, que presenta un aumento considerable. ¿Se debe igualmente a que el Ca emigró más de prisa? Lo más interesante de ella es, ante todo, su ganancia en Al, Si y álcalis. La génesis de la pegmatita la podemos explicar, o bien mediante

una diferenciación exclusiva a partir de las calizas primitivas y que por su forma alargada se habría producido por variaciones en la presión, o bien mediante un aporte metasomático como factor primordial. La abundancia en la C_3 de los cationes citados antes nos da la respuesta adecuada, puesto que de haber sido por simple diferenciación lo más probable es que en su proximidad existiera menor cantidad de esos elementos que en la roca de campo (C_1). Se nos ocurre así que éste puede ser un método auxiliar para distinguir los casos de diferenciación metamórfica simple de los procesos en que interviene el metasomatismo. Por otra parte, en el caso que estudiamos la solución concuerda bien con otras observaciones realizadas por nosotros en las formaciones neísicas y migmatíticas del metamórfico general del Cofio, ya señaladas de pasada en otro trabajo anterior (8, pág. 10).

Las diferencias encontradas dentro del pórfido han de ser tomadas como locales y no las podemos considerar como una tendencia hacia la alcalinidad de la A_3 , pues el tamaño de los cristales feldespáticos puede influir en los datos del análisis. Notamos, sin embargo, una ganancia de los elementos básicos en la A_3 frente a la mayor acidez de la A_1 , que es precisamente la más cercana a las calizas. El sodio acompaña en este caso al silicio al igual que en las calizas, como si hubiera una tendencia a acumularse en las cercanías del plano de contacto. Si la caliza ha ejercido alguna influencia sobre el pórfido, ésta ha sido de poca intensidad, pues notemos que en el estudio óptico solamente en un ejemplar de los tres estudiados es posible determinar algo de plagioclasas, y los análisis químicos dan una proporción de calcio bastante pequeña. La ordenación en bandas de los elementos del pórfido obser-

vada en las preparaciones, e incluso a simple vista, puede ser atribuída a los procesos tectónicos que irían acompañados de un reajuste mineralógico. Ya hemos indicado que nos encontramos en una zona de fracturas con orientación general de Norte a Sur. La fotografía de la figura 3 es bastante elocuente a este respecto. En otros pórfidos más alejados de las calizas, pero situados en la misma dirección general, el fenómeno es muy patente, pues aparecen minerales de neoformación (principalmente cuarzo) en las venas y filoncillos, a veces microscópicos, que atraviesan otros cristales. Deducimos de estos hechos que la línea de rotura es posterior al pórfido o se ha reactivado posteriormente. Las calizas más plásticas, tectónicamente hablando, no presentan con claridad estos fenómenos, pero encontramos desviaciones en su dirección y buzamiento, o ciertos repliegues, como dijimos antes.

A modo de resumen de los datos suministrados por las celdillas tipo podemos decir que las transformaciones han sobrevenido por un escape rápido y tajante del CO_2 seguida de una migración del Ca, algo más lenta y compensados ambos por una ganancia de elementos granitizantes.

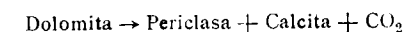
También partiendo de los análisis químicos podemos calcular la base de Niggli, y de aquí la composición mineralógica teórica, de acuerdo con las tablas de Deneayer (6), teniendo presente los minerales de contacto que se originan en las calizas.

Los valores de la base son los siguientes:

En el cálculo de la base de C_1 nos hemos permitido deshacer el 0,6 de Neque que debía obtenerse, según las directrices generales, para que nos quede algo más de Q y un poco de corindón normativo. Es muy probable que

	A ₂	A ₁	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	C ₀
Ca.....	—	—	0.1	0.6	82.8	90.0	0.3
Cmg.....	—	—	—	—	—	2.3	—
Ap.....	—	0.4	—	0.9	—	—	0.4
Ru.....	0.5	—	0.5	0.5	—	—	0.4
Kp.....	37.0	27.0	16.9	23.5	3.0	0.6	15.9
Ne.....	11.6	23.0	19.6	10.4	0.3	—	8.1
Ns.....	—	1.7	—	—	2.0	0.7	—
Cal.....	1.2	—	8.8	5.0	—	—	9.7
Cs.....	—	—	4.5	17.2	0.5	—	20.3
Fo.....	3.7	1.8	12.8	6.8	9.3	6.0	14.0
Fa.....	3.1	0.8	5.8	3.2	0.7	0.1	2.3
Fs.....	2.0	0.3	1.2	1.3	—	—	2.4
C.....	3.2	—	—	—	—	0.2	—
H.....	30.4	31.0	31.0	29.7	1.4	0.1	26.3
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

en esta roca, y quizá también en la C_2 , existan pequeñas cantidades de escapolitas con elevada proporción de marialita ($\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24} \cdot \text{HCO}_3$). Igualmente tenemos la sospecha de que en estas rocas algo del tanto por ciento de los óxidos de Fe y Mg se encuentran sin formar moléculas fundamentales, e incluso quizá están formando algo de pirita o bien periclasa o brucita, con lo que sobraría algo más de sílice para otros minerales. Precisamente en la C_1 existe un poco de carbonato magnésico que puede tomarse como integrado en dolomita y el paso a la C_2 podría suceder según la reacción siguiente:



que se produce alrededor de los 400°. Observemos que en el cuadro que va a continuación es en esta roca donde tenemos mayor cantidad de otros minerales «no determinados». Pero sin tener en cuenta este dato, los minerales que formamos, siguiendo el mismo orden de prelación para todas las rocas, es el que figura en el cuadro de más abajo,

que va ordenado colocando primero los minerales cálcicos, luego los ferromagnésicos, para terminar con los alcalinos :

	A ₃	A ₁	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	C ₅
Calcita.....	—	—	0.1	0.6	82.8	90.0	0.3
Zoisita.....	—	—	13.7	10.4	—	—	17.2
Epidota.....	—	—	—	2.3	—	—	—
Diópsido.....	—	—	8.0	—	—	—	—
Wollastonita.....	—	—	—	20.4	0.7	—	25.0
Anortita.....	2.0	—	—	—	—	—	—
Carbonato de Mg.....	—	—	—	—	—	2.3	—
Serpentina.....	—	—	—	—	6.1	5.7	—
Biotita.....	1.0	4.6	26.5	17.7	8.0	1.6	26.8
Clorita.....	8.0	—	—	—	—	—	—
Egirina.....	—	0.8	—	—	—	—	—
Albita.....	10.0	38.3	32.6	17.3	0.5	—	13.5
Ortosa.....	62.0	42.2	11.5	28.2	—	—	9.7
Cuarzo.....	4.7	12.3	5.0	1.7	—	—	4.3
Apatito.....	—	0.4	—	0.0	—	—	0.4
Rutilo.....	0.9	—	0.5	0.5	—	—	0.4
Magnetita.....	2.3	—	1.8	—	—	—	2.6
Otros.....	—	1.4	—	—	2.0	0.5	—

Para mayor comprensión, a un solo golpe de vista de estos resultados colocamos a continuación un cuadro grá-

	A ₃	A ₁	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	C ₅
Calcita							
Zoisita							
Epidota							
Diópsido							
Wollastonita							
Anortita							
Carbonato de Mg							
Serpentina							
Biotita							
Clorita							
Albita							
Egirina							
Ortosa							
Cuarzo							
Apatito							
Rutilo							
Magnetita							
Otros							

fico siguiendo el mismo orden de minerales calculados y de rocas, cuya explicación no requiere comentario alguno y sólo queremos hacer notar la semejanza entre la C₃ y C₅. En esta última calculamos la wollastonita teórica, aun a sabiendas de que puede no existir.

Probablemente, los neis que envuelven la formación caliza pertenecen en su mayor parte a las facies anfibólicas, y aquí encontramos que las rocas estudiadas más lejos del plano de contacto (C₁) presentan una asociación mineralógica bastante sencilla y similar a la encontrada por Carandell (4) para otros lugares próximos. La podemos expresar así :

Calcita-dolomita-flogopita-serpentina,

que corresponde a las facies de las pizarras verdes. Se puede interpretar el hecho de dos formas diferentes. Admitiendo que forman un enclave renegante dentro del metamorfismo general del Cofio, o bien por retromorfosis de las calizas a partir de facies de metamorfismo más intenso. Es difícil admitir el primer supuesto, ya que el neis envuelve a las calizas por todas partes y éstas tienen en realidad poca potencia. Por otro lado, en el estudio que hace Carandell de zonas de tránsito entre calizas y neis encuentra minerales de alto metamorfismo, como diópsido, hornblenda, feldespatos, cordierita y augita (4, pág. 56). Es por esto verosímil admitir que todo el metamórfico del Cofio se ha realizado en condiciones de medio y alto metamorfismo. De esta forma las calizas corresponderían a la subfacies del almandino-diópsido-hornblenda (9, pág. 452), formándose un conjunto mineralógico a base de calcita-flogopita, y durante un proceso de retromorfosis, quizá originado por la línea de rotura, parte de la flogopita pa-

saría a serpentina o bien este mineral aparecería a partir de cualquier otro compuesto de magnesio o de magnesio más calcio. Tales tipos de reacciones, que quizá dieran origen a la formación simultánea de algo de sericita, se producen a temperaturas que oscilan alrededor de los 250° (1, pág. 338).

Volviendo al contacto, si queremos aplicar la serie de reacciones de Bowen para calizas dolomíticas impuras sometidas a temperaturas crecientes (2), nos encontramos con que aquí la composición química no se mantiene constante. No sólo emigra el CO_2 , sino también el calcio y el magnesio, que van siendo sustituidos por otros elementos, según hemos visto por el cálculo de la celdilla tipo. De aquí que, aunque algunas calizas cristalinas más o menos puras hayan sufrido la temperatura necesaria, no se forma wollastonita por falta de cuarzo, mientras que en la C_4 apenas hay calcio para formar este mineral. Únicamente la C_3 puede ser considerada como perteneciente al tipo clásico con calcio y sílice. La temperatura de formación de la wollastonita ha sido fijada en unos 450° (1, pág. 289), que probablemente es el límite de la temperatura en contactos con masas ascendentes ácidas. Recordemos ahora que si todas las calizas se vieron sometidas en el metamorfismo regional a temperaturas propias de las facies anfibólicas, sufrieron un calentamiento igual o superior al producido por el dique, y no dieron lugar a la formación de los minerales propios. Debemos admitir, pues, que las transformaciones del contacto son debidas, sobre todo, al movimiento de los elementos; es decir, a un aporte de cationes que aparece lógico admitir procedieron del pórfido. Digamos también que Carandell encontró wollastonita en las calizas de Villa del Prado, probablemente porque en

este lugar eran más ricas en sílice cuando sobrevino el metamorfismo regional.

La descomposición del carbonato cálcico en CO_2 y CaO requiere una temperatura inferior, si hay ciertos elementos capaces de absorber el óxido cálcico. Es muy probable que algunos contactos entre diques ácidos y rocas de distinto grado de metamorfismo, frecuentes en la Sierra del Guadarrama, no presenten ningún tipo de aureola metamórfica, porque su temperatura no fué nunca muy elevada y porque, debido a condiciones especiales, no se han producido fenómenos de migración. En las calizas el metamorfismo se ve favorecido por la tensión del vapor del CO_2 , que iría influenciado por la dT . Es un hecho probado que las calizas son muy sensibles a este tipo de contacto.

Ya hemos insistido antes sobre la semejanza de la roca en la proximidad de la pegmatita con la C_3 . A primera vista podría parecer que ambas rocas no debían de semejararse en nada, puesto que para una admitimos un proceso de metasomatismo y la otra es un contacto con una masa intrusiva que debía de estar gobernado, sobre todo, por la temperatura. El hecho, sin embargo, no es así, y la explicación es fácil si tenemos en cuenta que en última instancia el fenómeno es el mismo en ambas: invasión de las calizas por elementos similares y donde el único papel que juega la temperatura es el de acelerar el proceso, necesitando por lo mismo menos tiempo allí donde su gradiente sea mayor.

Nos queda ahora por decir algunas palabras sobre las facies que se desarrollan en el contacto o, mejor dicho, la tendencia que debieron de tener hacia las mismas, ya que la presencia de minerales de alteración nos impide su estudio directo, desconociendo incluso si la roca llegó a alcanzar el equilibrio mineralógico.

Como hemos supuesto antes, una temperatura de alrededor de los 450° para la masa del pórfido, tendremos que pensar en la subfacie de la actinolita-epidota de las facies de las anfibolitas epidóticas que, según Turner, incluye productos de contacto (9, pág. 464). Por otra parte, no se han observado trazas de plagioclasas, lo que apoya la idea de un contacto a relativamente baja temperatura y nos obliga a prescindir de las facies de las cornubianitas piroxénicas.

En las rocas C_3 y C_4 las asociaciones mineralógicas que podemos tomar del cálculo teórico son :

Epidota-wollastonita-biotita-albita-ortosa
Zoisita-diópsido-biotita-albita-ortosa,

respectivamente. Estando sustituida la wollastonita de la C_3 por el diópsido de la C_4 , debido a la culminación del magnesio en esta roca.

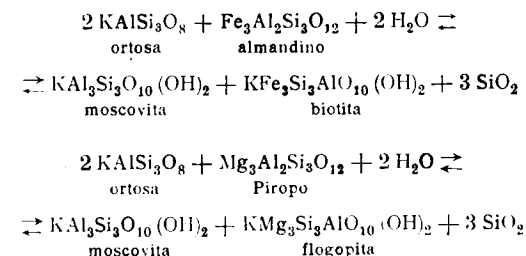
El estudio óptico demuestra, sin embargo, la existencia de otros minerales diferentes a los calculados, destacando la presencia de caolín, clorita-pennina y tendencia de la biotita hacia la moscovita, lo que parece indicar que la retromorfosis ha actuado también sobre el contacto. Este sería anterior a aquella que la podemos suponer ligada íntimamente con los movimientos de fractura. Del estudio óptico de la pegmatita se deduce igualmente que su formación es anterior a los fenómenos tectónicos que comentamos.

Existe, sin embargo, la cuestión de por qué en las rocas próximas al plano de contacto no se ha producido la serpentina al sobrevenir la retromorfosis. Si la serpentina procede de la flogopita, este mineral sería sustituido por la biotita ferrífera, según nos aproximamos al pórfido.

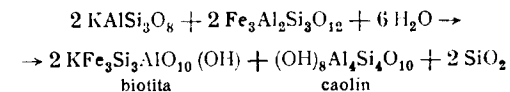
O bien si procede de otro mineral magnesiano éste no existiría en las rocas afectadas por el pórfido.

Por otra parte, señalamos que la serpentina es estable por encima de los 500° (3), y de haberse formado en las calizas antes de la intrusión del pórfido debería de subsistir en las rocas C_3 y C_4 .

La relativamente elevada cantidad de potasio en estas rocas favorece el desarrollo de la biotita y tiende a inhibir la aparición del granate cuando la temperatura no es muy alta (7). Son ya clásicas las reacciones siguientes :



en las que los términos de la derecha son más estables a menor temperatura. En nuestro caso la primera ecuación podría quedar sustituida por la siguiente :



ya que es evidente la presencia de caolín. En las C_6 y C_7 la observación microscópica ha revelado la presencia de algunos granos de granate; pero en una de ellas no se encuentran feldespatos y en la otra aparecen granos no identificables que se dan como sausurita, mineral de alteración que procede de feldespatos sódicos y cálicos, pero no de los potásicos. En ninguna de las dos se ha determinado la presencia de caolín. Todo ello parece indicar

que por este lado del pórfido la migración del potasio ha sido menos intensa, permitiendo la aparición de algunos granates.

RESUMEN

Se estudia la influencia que un pórfido ácido ha ejercido sobre unas calizas cristalinas de la Sierra del Guadarrama, encontrando que las transformaciones mineralógicas se deben principalmente a fenómenos de aporte. Se compara la roca producida con la originada en la proximidad de una pegmatita que se supone de génesis metasomática, y se encuentran bastantes analogías entre ambas. Posteriormente al desarrollo del contacto han sobrevenido fenómenos de retromorfosis, tanto en la proximidad del pórfido como en la caliza de campo, y que han debido de estar íntimamente relacionados con movimientos tectónicos. Las calizas no parecen haber influido grandemente sobre la composición mineralógica del pórfido, pero los movimientos tectónicos sí dejaron patentes huellas en él.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARTH, TOM. F. W.: «Theoretical Petrology». 1952.
2. BOWEN, N. L.: Progressive metamorphism of siliceous lime tone and dolomite. «Jour. Geol.», v. 48, págs. 225-273. 1940.
3. — — and TUTTLE, O. F.: The system $MgO-SiO_2-H_2O$. «Bull. Geol. Soc. Am.», 60, págs. 439. 1949.
4. CARANDELL, J.: Las calizas cristalinas del Guadarrama. «Tra. del Mus. Nac. de Cien. Nat., Ser. Geol.», núm. 8. 1914.
5. CHAO, E. C. T.: Granitization and basification by diffusion. «Norsk. Geol. Tidsskrift», 29.
6. DENEAYER, M. E.: «Tableaux de Pétrographie». Par'is, 1951.
7. RAMBERG, H.: «The origin of metamorphic and metasomatic rocks», Univ. Chicago press. 1952.
8. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. y GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C.: Estudio la adularia del Río Alberche (Navas del Rey, Madrid). «Est. Geol.», núm. 25.
9. TURNER, F. J. and VERHOGEN, J.: «Igneous and Metamorphic Petrology», First edit. 1951.



Fig. 1.—Fotografía del lugar donde se recogieron las muestras A_1 , C_4 , C_3 , C_2 y C_1 . El límite entre el pórfido y las calizas va indicado por una línea de trazos. Obsérvese las fracturas que presenta el pórfido.

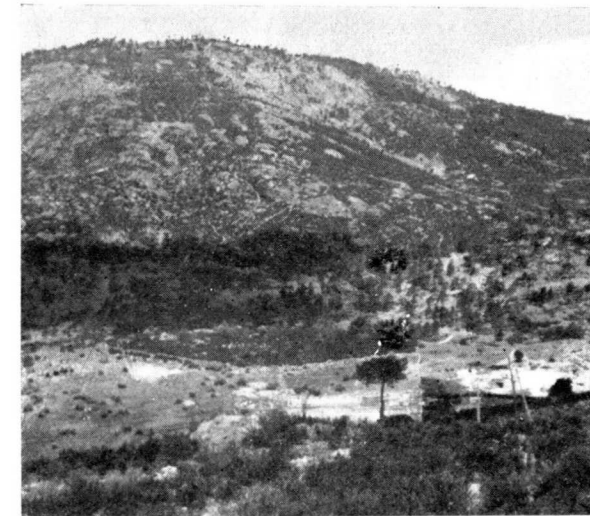


Fig. 2.—El cerro de Santa Catalina visto desde el de San Benito. En la parte derecha de la fotografía se pueden observar unos hornos de cal en cuya proximidad se halla el dique porfidico de la figura anterior.



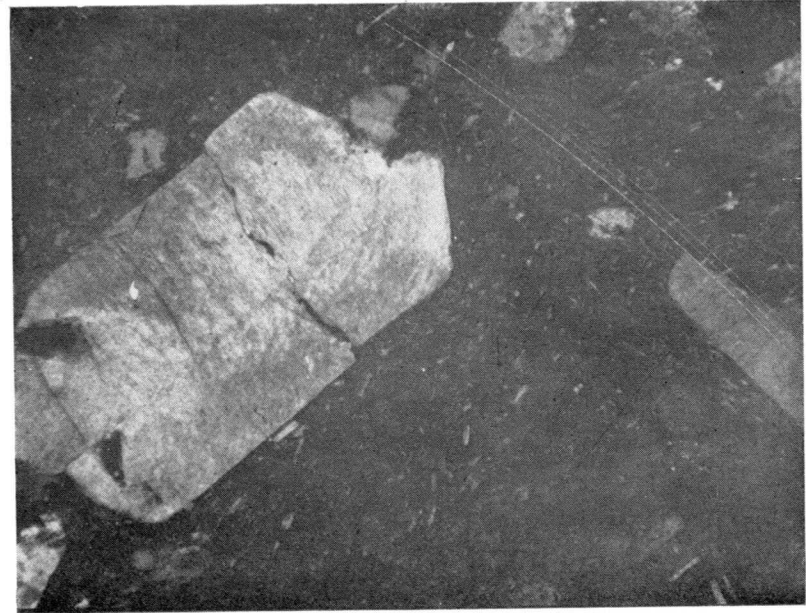


Fig. 1.—Fenocristal idiomórfico de feldespato potásico incluido en una pasta felsítica que contiene algunos microlitos desordenados de feldespatos y laminillas de mica. N. +, 100 D. Pertenece a la A_1 .



Fig. 2.—Lámina de biotita fusiforme y cristales de feldespatos alterados con la misma orientación e incluidos en una pasta felsítica. L. N. y 100 D. Pertenece a la A_2 .

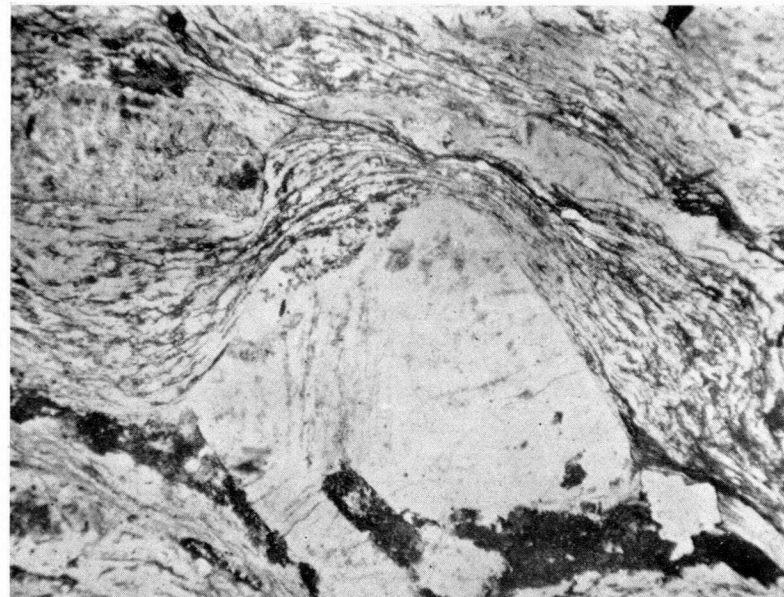


Fig. 1.—Aspecto de la A_3 con cristales de ortosa alterados en más o menos intensidad y envueltos por microlitos ordenados de mica igualmente alterada, que en conjunto dan la apariencia de un flujo fluidal. L. N. 100 D.

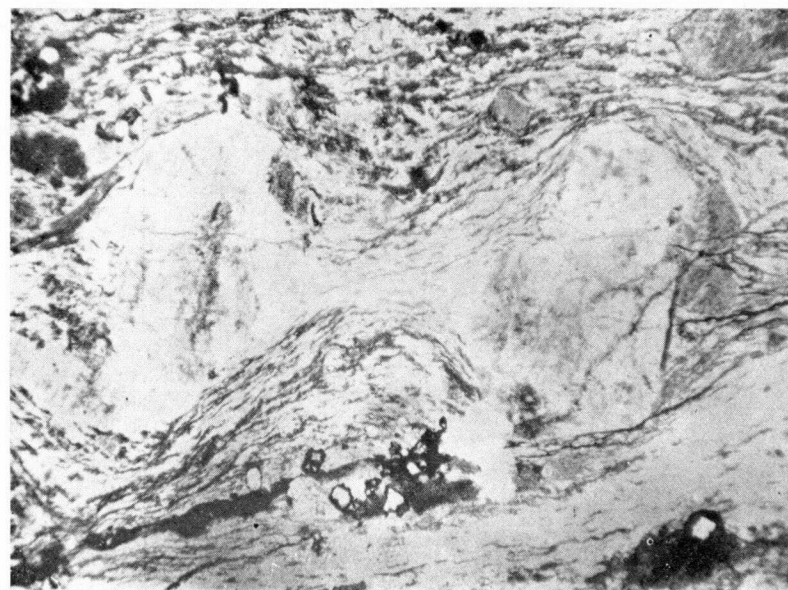


Fig. 2.—Otra microfotografía de la misma preparación anterior con dos cristales «siameses» de ortosa. Ambos son discordantes con las líneas de corriente de los microlitos y su unión parece posterior al nacimiento de los dos cristales. L. N. y 100 D.

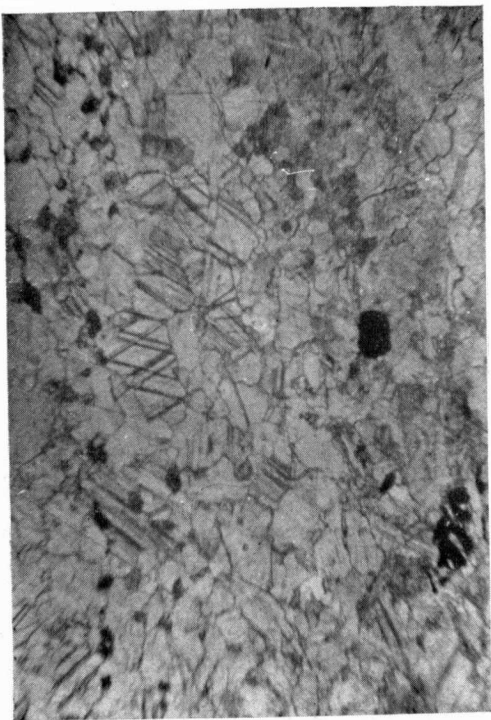


Fig. 1.—Microfotografía de la C₁.



Fig. 2.—Microfotografía de la C₂ con L. N.



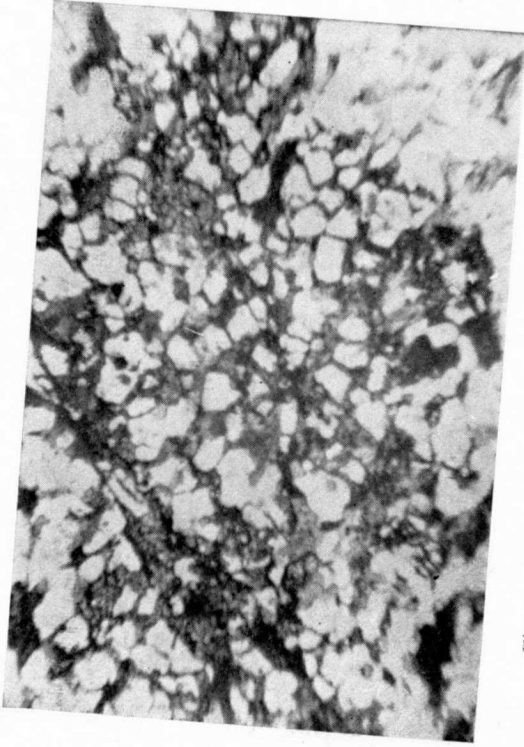


Fig. 1.—Microfotografía con luz natural de la C₃.

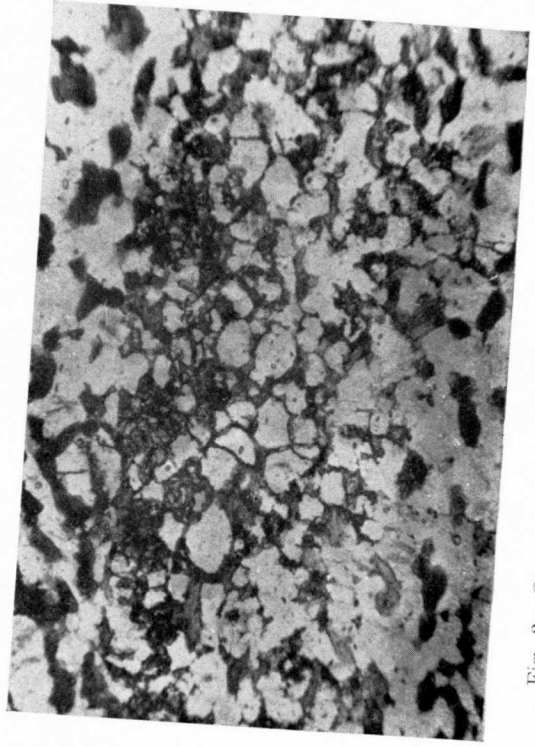


Fig. 2.—Otro aspecto similar de la misma roca. L. N.



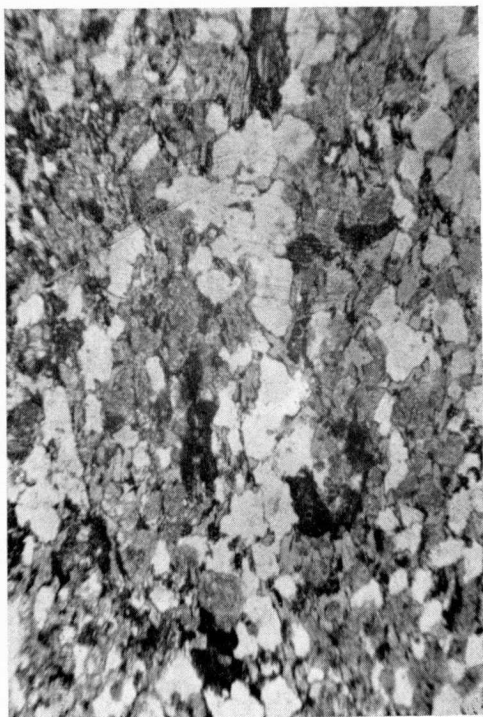


Fig. 1.—Microfotografía de la C₄.

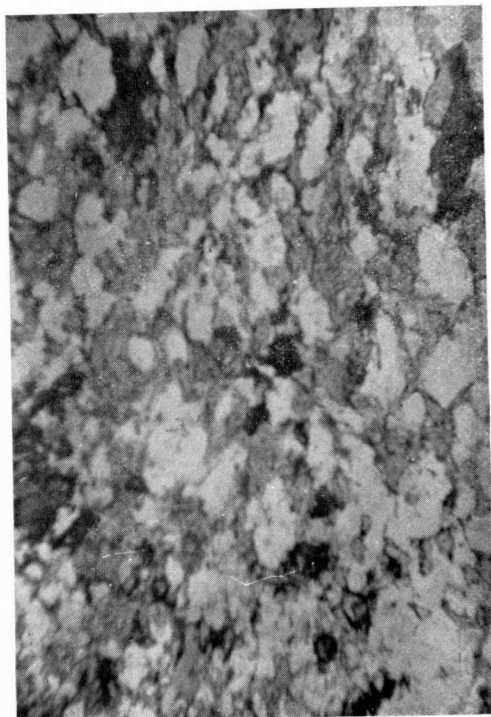


Fig. 2.—Otro campo de la roca anterior.

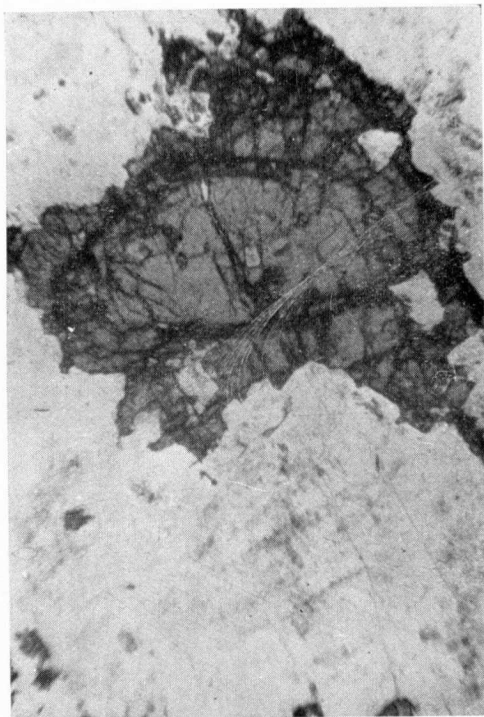


Fig. 1.—Cristal de clinzoisita de la C_7 con luz natural.

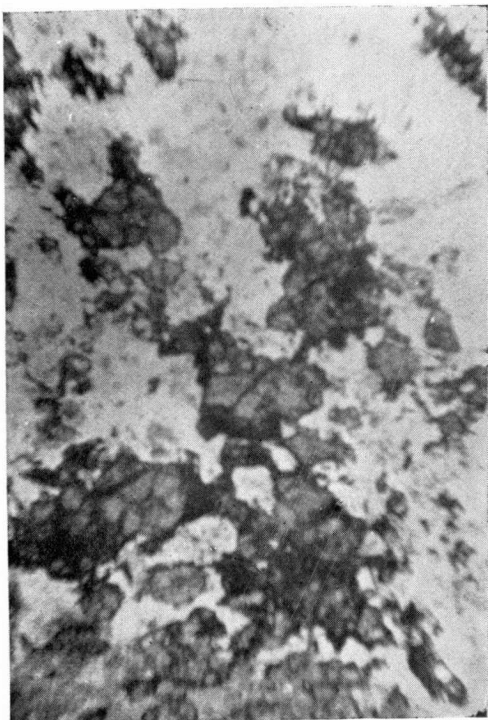


Fig. 2.—Grupo de cristales irregulares y deshidratados de clinzoisita de la C_7 , L. N.



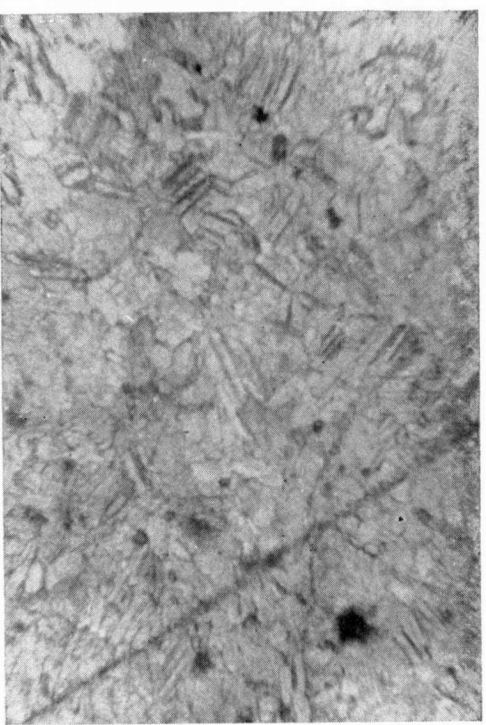


Fig. 1.—Microfotografía de la C₆ con L. N.



Fig. 2.—Cristal de feldespato de la P₁ con un reborde de recristalización N+.



Memoria acerca de la organización y resultados logrados
con el Primer Campamento para prácticas de Geología

POR

JOSE MARIA RIOS

Profesor de Geología en la Escuela Especial de Ingenieros
de Minas, organizador y director del Campamento

JOSE MARIA RIOS

MEMORIA ACERCA DE LA ORGANIZACION Y RESULTADOS LOGRADOS CON EL PRIMER CAMPAMENTO PARA PRACTICAS DE GEOLOGIA

La idea de realización de estos campamentos germinó precisamente en el mismo sitio donde se ha llevado a cabo por primera vez, en Pueyo de Jaca. En julio de 1952 fui invitado por la Dirección de la Escuela a explicar un curso de divulgación geológica a un grupo de estudiantes del S. E. U., residentes en el Albergue de Pueyo de Jaca.

Sin duda, la vista de aquellas ingentes montañas y la evidente complicación de sus problemas, entonces apenas entrevistados, debieron de sonar como una especie de desafío. Por otra parte, pocos meses después, me vi sujeto a la honrosa tarea de formar geólogos desde la cátedra de la Escuela de Minas.

Y de ambos impulsos combinados surgió la idea de realización de campamentos para práctica y preparación de los futuros geólogos en las labores de campo. Esta idea fué madurando poco a poco, y en el curso de 1954-1955 estimé que era llegado el momento de llevarla a la práctica.

En mi primera comunicación al Director de la Escuela establecí como objetivos del mismo los siguientes: Fundamentalmente, proporcionar el medio de realizar unas prácticas eficaces. Propagar una técnica establecida a lo largo de muchos años de trabajos de campo. Reunir datos geológicos en zonas poco estudiadas y de difícil acceso, que de otro modo tardarían mucho tiempo en ser objeto de

estudio. Preparar físicamente un grupo de naturalistas para la vida al aire libre, bajo condiciones de cierta dureza. Otros objetivos iban implícitamente comprendidos en éstos: entrenar a los futuros geólogos a la colaboración en equipo; enseñar una técnica uniforme para la realización de los trabajos de gabinete.

El desarrollo de esta idea se hizo por cauces totalmente originales, pues aunque geólogos de algunos países organizan campamentos con objetivos parecidos, me era desconocido todo detalle de su mecanismo y organización.

El proyecto fué concebido primero y realizado después como iniciativa personal. Es absolutamente voluntario para todas las personas a quienes concierne, pero fué patrocinado desde el primer momento con todo cariño, tanto por la Escuela de Minas como por el Ministerio de Educación Nacional mediante su Dirección General de Enseñanza Técnica. Gracias al apoyo moral de ambas y a la ayuda material de la segunda fué posible la organización del campamento y la adquisición del material. Gracias al apoyo económico de diversas empresas mineras fué posible la realización del mismo.

El Ministerio de Educación suministró los fondos necesarios para la adquisición del equipo, consistente en todo lo necesario, desde brújulas de geólogo, altímetros, cuadernos de notas, etc., por lo que se refiere a material técnico; tiendas de campaña, morrales, sacos de dormir, «piolets», etc., por lo que atañe al equipo de montaña, y planígrafos, transportadores, etc., como equipo de trabajo de gabinete. En una palabra, todo lo necesario, con excepción de lo puramente personal, como ropa y calzado.

Como dije antes, diversas Compañías mineras, a las que expreso mi profundo agradecimiento en nombre de todos los participantes, suministraron diversas cantidades que constituyeron el fondo que pudiéramos llamar de mañobra. Además se estableció una matrícula a cargo de los participantes, cuyo importe se fijó en 750 pesetas. Esta recaudación cubrió solamente una parte de los gastos.

Fijé un límite de veintidós participantes y reservé dieciséis plazas a los alumnos de nuestra Escuela, dejando el resto para ser cubierto por otros geólogos nacionales o extranjeros que desearan participar en nuestras tareas.

Designé un alumno para desempeñar el trabajo secretarial. Este nombramiento, como yo imaginaba, resultó fundamental para la buena marcha y el éxito del campamento. Su misión había de consistir en ayudarme durante la organización y en la administración, representarme durante las ausencias y en atender a todos los asuntos referentes a las necesidades, bienestar y encargos de los participantes. Desarrolló su papel a perfección y a él, en gran medida, se debe el éxito del campamento.

Como campo de actividades de este primer campamento se escogió una de las zonas más ásperas, rudas y peor conocidas de la Cordillera Pirenaica: la zona del Pirineo Aragonés que se desarrolla entre los valles de Canfranc y Ordesa, el fondo de cuyos valles se desarrolla a altitudes medias de 1.000 metros y cuyas cimas pasan con frecuencia de los 2.500 y llegan a culminar por encima de los 3.000 en varios picos, entre ellos el de Balaitus, uno de los más altos de toda la Cordillera (3.151 m.). Esta zona se extiende a lo largo de la frontera francesa y viene representada en la hoja topográfica de Sallent de Gállego. Uno de nuestros objetivos consistía en recoger datos para la confección del trazado geológico de la misma, pero hubimos de reducir forzosamente este ambicioso objetivo como consecuencia de la dureza de terreno, de la extrema complicación de sus problemas geológicos y de la dificultad de acceso por carretera a la región más occidental que imponía transportes excesivamente largos y costosos. Por esta razón prescindimos en nuestros trabajos, desde el primer momento, del valle de Canfranc.

Geológicamente la región era conocida solamente en sus rasgos más generales por los estudios de Mallada y el último trabajo general que conocemos acerca de esta zona es de Dalloni (1910), si bien existen otros de carácter más local, o bien acerca de los rasgos más generales, más recientes.

Consideré preferible tratar la región como si fuese totalmente desconocida. Este procedimiento tiene inconvenientes, bien notorios para mí, pero tiene también sus ventajas y estimé que en conjunto éstas superaban a aquéllos.

Disponíamos de mapas base topográficos a escala

1 : 25.000, desgraciadamente en copias muy confusas, lo que dificultó mucho nuestro trabajo.

Dispusimos de una furgoneta ligera «Renault» para el transporte del material desde Madrid hasta allí y su retorno, así como para la distribución y recogida de los equipos a sus diversos puntos de partida y llegada.

Los participantes se concentraron en el Pueyo de Jaca el último día de junio. De acuerdo con los planes originales tomaron parte dieciséis alumnos de cuarto curso de la Escuela de Minas y uno de quinto curso. Quisieron honrarnos, además, con su presencia, un ilustre profesor de Geología del Instituto Católico de París, un graduado del mismo Centro, un graduado de la Universidad de Neuchatel, uno de la Universidad de Madrid y otro de la de Barcelona y un alumno de la Escuela de Caminos. Había, finalmente, otra inscripción de un graduado de la Universidad de Burdeos a quien, a última hora, le fué imposible asistir.

Fué mi propósito, desde el primer momento, solicitar la asistencia de participantes de otros Centros de España y del extranjero, tanto por establecer o estrechar lazos de comprensión y mutua amistad y compañerismo como por aprovechar un intercambio de experiencias.

El conjunto de participantes fué repartido en siete equipos de tres personas. Hubiera sido de desear que en cada uno de ellos hubiera un geólogo con experiencia de campo; pero como el número de éstos no era suficiente, se organizó una rotación con objeto no solamente de que todos los equipos se vieran apoyados el mayor número de días posible por su experiencia, sino también de que aquellos tuvieran la oportunidad de recorrer y conocer las características geológicas tan variadas, y a veces contrapuestas, de las diversas zonas o sectores.

Hubiera parecido deseable a primera vista que esto se hubiera hecho no sólo para los geólogos más experimentados, sino también para todos los participantes; pero se oponía a ello la conveniencia de no retirar la gente de las zonas que conocían y con cuyos problemas empezaban a familiarizarse y encariñarse para trasladarlos sucesivamente a otras desconocidas. De este modo se perjudicaba a una de las finalidades del campamento, que era la reco-

gida de observaciones útiles, sin detrimento grave de la otra que era la práctica de la geología. Así el grueso de cada equipo permaneció siempre en su sector y llegó a un conocimiento topográfico y geológico del mismo que de ninguna manera pudieran haber hecho extensivo a toda la zona.

Es interesante insistir en que con toda deliberación se emplearon materiales y métodos de observación y anotación uniformes para desarrollar una técnica igualmente uniforme que resulta de gran ventaja para el trabajo en equipo que tanto incremento toma de día en día, tanto en los servicios de las cartografías oficiales, como en la aplicación industrial tal como investigación de petróleo, etc.

Se estableció la base en el Albergue que el S. E. U. posee en Pueyo de Jaca. Allí tuvimos techo y cama durante la primera mitad de la duración del campamento; pero hubimos de improvisar nuestra propia intendencia y cocina, tanto para los días de Albergue como para los de campamento. Después hubimos de trasladarnos a un hotel en la vecina población de Panticosa.

El primer día de julio fué dedicado al reparto de material y organización de los equipos, así como a la del trabajo en general, designando un área de influencia a cada equipo.

Los cuatro días siguientes fueron dedicados a un entrenamiento preliminar, tanto físico como técnico, en que juntos todos los equipos, bajo mi dirección, se dedicaron al aprendizaje o familiarización con la técnica uniforme que se trataba de desarrollar y uso del equipo, y durante estos días procuramos familiarizarnos, en la mayor medida posible, con las características estratigráficas y tectónicas más salientes.

Una vez que se dió por terminada la etapa de entrenamiento preliminar empezó la tarea por equipos.

Todos los equipos partían de la base en la misma mañana y eran repartidos por la furgoneta en los distintos puntos de ataque. Iban provistos de material y alimento para pernoctar una noche fuera y subsistir dos días, y llevaban, además, raciones de socorro para un tercer día, si fuese necesario.

Tras de marchar todo el día, se pernoctaba bajo la lona

(tres personas por tienda) y se regresaba a los diversos puntos de recogida en la segunda tarde, después de tratar de cubrir de la forma más completa posible el programa previsto.

El tercer día permanecían en la base todos los equipos, cambiando impresiones, discutiendo y acoplando observaciones y preparando los planes para la próxima salida que tenía lugar, en la misma forma y bajo el mismo plan, a la mañana siguiente.

Pudimos realizar este plan sin variación fundamental ninguna, así como sin incidente o accidente digno de mención, durante todo el tiempo de duración del campamento.

El día 19 de julio se dió por terminado con la recogida de material y de toda clase de datos, tales como mapas, libretas de campo y sacos de muestras.

Una comida de compañerismo y despedida, celebrada en los terrenos del Balneario de Panticosa, cuya Dirección amablemente nos autorizó a usarlos, fué el último y muy cordial acto de este primer campamento para prácticas de Geología.

La región resultó extremadamente interesante con su tremenda variedad de fenómenos y formaciones geológicas, desde los granitos y otras rocas hipogénicas, los más espectaculares efectos de metamorfismo y variedad de formaciones paleozoicas, mesozoicas y terciarias, con infinidad de huellas glaciáricas. Se recogieron muchos fósiles, algunos muy interesantes, y también abundantes muestras de rocas para su preparación para estudio microscópico.

Todo este material, junto con los borradores de campo y libretas, será estudiado y trabajado en los laboratorios y gabinete durante los próximos meses.

La región resultó extremadamente complicada, mucho más de lo que se podía prever a juzgar por los estudios que en tiempos ya remotos habían practicado los últimos geólogos que la estudiaron y que debido, tanto al carácter general de sus trabajos como a la elemental cartografía de que disponían, dieron interpretaciones excesivamente simplistas. Muchísimo trabajo será necesario antes de que puedan desenmarañarse los intrincados problemas, a los cuales apenas hemos hecho, por su complicación, otra cosa que asomarnos.

Pero también se han ganado muchos conocimientos y se han establecido sólidos puntos de ataque para la resolución de los problemas vistos, aunque sin duda surgirán otros nuevos en futuros reconocimientos.

Pero, sobre todo, se desarrolló un espíritu de trabajo de colaboración en equipo, a muy alto nivel. Se establecieron, sobre la base de un profundo compañerismo, sólidas amistades entre gentes de diferentes formaciones y procedencias, desarrollándose un espíritu de mutua comprensión; y un cierto número de jóvenes ingenieros ganó experiencia en campo que les será tan útil, lo mismo si se dedican a la profesión minera como a la geológica, mientras que otros participantes de mayor o muy elevado grado de formación tuvieron oportunidad de conocer una región bellísima y una colección de apasionantes problemas geológicos.

Tanto por su desarrollo material, sin fallos ni estridencias, como por sus logros, se puede considerar este campamento como un éxito completo, incluso como cosa totalmente lograda, a pesar de ser una primera experiencia. No cabe duda de que podrá perfeccionarse, y ya he pensado algunos retoques de detalle; pero en esencia no creo sea necesario ni conveniente cambiar nada fundamental.

Considero, pues, de gran interés mantener en lo futuro estos campamentos, bajo las mismas bases y directrices actuales, y lo exige, además, la calidad e importancia de los problemas puestos de manifiesto.

Finalmente, no me resta sino dar gracias a los alumnos participantes por su absoluta corrección, espíritu de trabajo y por el buen temple con que soportaron las penalidades que forzosamente arrastra consigo la vida al aire libre en tan duro terreno.

Agradecemos a las siguientes entidades su aportación económica:

Empresa Nacional Adaro.
Comisión de Investigaciones Petrolíferas Valdebro.
Junta de Energía Nuclear.
Minero Siderúrgica de Ponferrada.

Noviembre, 1955.

A P E N D I C E I

RELACIÓN DE PARTICIPANTES

ORGANIZADOR Y DIRECTOR.—*José María Ríos*. Profesor de Geología en la Escuela de Minas.

SECRETARIO.—*Juan José García Rodríguez*. Alumno de primer curso de la Escuela de Minas.

DE HONOR.—*Alberto F. de Lapparent*. Profesor de Geología en el Instituto Católico de París.

EXTRANJEROS.—*Bernardo Guérangé*. Graduado del Instituto Católico de París.

Bernardo Kübler. Graduado de la Universidad de Neuchatel.

DE OTROS CENTROS.—*Jaime Truyols*. Graduado de la Universidad de Barcelona.

Bernardo García Rodrigo. Graduado de la Universidad de Madrid.

José Puy. Alumno de tercer curso de la Escuela de Caminos.

DE LA ESCUELA DE MINAS.—*José Medialdea*. Alumno de quinto curso.

Francisco Anguiano. Alumno de cuarto curso.

Juan Barber. Alumno de cuarto curso.

Félix Caso de los Cobos. Alumno de cuarto curso.

Joaquín Delgado. Alumno de cuarto curso.

Bartolomé Escandell. Alumno de cuarto curso.

Antonio Fernández Palencia. Alumno de cuarto curso.

Jaime González Benedet. Alumno de cuarto curso.

Andrés Martínez Bordiú. Alumno de cuarto curso.

Domingo Martínez Herrero. Alumno de cuarto curso.

Agustín Navarro Alvargonzález. Alumno de cuarto curso.

Santiago Navarro Bayo. Alumno de cuarto curso.

Vicente Navarro Mascarell. Alumno de cuarto curso.

César de la Ossa. Alumno de cuarto curso.

Ramón Rey. Alumno de cuarto curso.

Fernando Ríos. Alumno de cuarto curso.

Ignacio Ugaldé. Alumno de cuarto curso.

A P E N D I C E II

MATERIAL POR EQUIPO

1 Brújula de geólogo Büchi reformada.—1 Altimetro Thommen.—1 Cartera de geólogo.—1 Cinturón de cuero.—1 Block de notas.—2 Lapiceros metálicos (duro y blando).—1 Cinta métrica metálica.—1 Afilaminas.—1 Goma de borrar.—10 Bolsas de lona.—50 Saquitos de papel de diversos tamaños.—1 Martillo.—1 Escoplo.

2 Morrales tipo «Bergans».—1 Tienda de campaña para tres personas.—2 Suelos para tienda de campaña.—3 Sacos de dormir.—2 Cantimploras de dos litros.—1 Infiernillo de gasolina.—1 Infiernillo de alcohol sólido.—3 Juegos de cubiertos.—1 Fiambrera.—1 Linterna eléctrica.—2 Velas.—1 Botiquín.—2 Piolets.

A P E N D I C E III

INSTRUCCIONES A LOS CAMPAMENTISTAS

Este campamento persigue un doble objetivo. Por un lado, ofrecer una oportunidad a los futuros técnicos que sienten interés por las ciencias geológicas para que puedan ejercitar en el campo la práctica de la Geología. Por otro lado, reunir materiales para el conocimiento geológico de zonas poco estudiadas y de difícil acceso por su abrupto relieve topográfico.

Conviene que los participantes en este campamento tengan en cuenta tanto el segundo como el primer objetivo, y se espera de ellos seriedad y minuciosidad en el desarrollo de su labor para que los datos por ellos recogidos merezcan confianza y puedan ser utilizados.

Ambos objetivos se verán favorecidos si existe una uniformidad en la técnica, y es objeto de estas breves páginas dar una idea de los métodos de trabajo que se han establecido para que puedan ser seguidos fielmente y faciliten la interpretación de los resultados de observación.

Al mismo tiempo se expone una serie de consejos, fruto de la experiencia, que contribuyen a la comodidad y seguridad de los participantes en las marchas y acampadas de montaña.

Métodos de observación y anotación geológica

Para asegurar la uniformidad en los métodos se provee a los participantes de equipo uniforme, que comprende dos tipos de material, el de trabajo geológico y el de campamento.

El material geológico se compone de los siguientes elementos principales:

- 1) Brújula Büchi adaptada a trabajos geológicos.
- 2) Barómetro altímetro Thommen.
- 3) Hojas topográficas a escala 1:25.000 y 1:50.000.
- 4) Libretas de campo, lapiceros y diverso material auxiliar, contenido todo ello en una cartera especialmente diseñada.

Es convicción adquirida a lo largo de bastantes años de práctica activa de la geología de campo que los mejores resultados se obtienen cuando las observaciones geológicas se refieren a puntos concretos del

mapa. En este sentido, un trabajo geológico se desarrolla y anota como un trabajo topográfico, mediante itinerarios jalónados por estaciones.

Establecido de esta manera un itinerario, se numeran las estaciones en serie indefinida a partir del número 1. Esta numeración se registra en el mapa en el punto que corresponde topográficamente a la observación y con el mismo número en la libreta, acompañado de las observaciones pertinentes.

El modo operatorio es, pues, el siguiente:

Si estamos en un punto del terreno en que conviene hacer y registrar una observación geológica, se identifica en el mapa, por comparación con el terreno, la localidad en que nos encontramos, con la mayor exactitud posible. Supongamos, por ejemplo, que se trata de la estación núm. 37.

Con el lapicero de mina más blanda (uno de los dos que se suministran) y con la punta bien afilada (la cartera lleva un aparato para ello), se marca un punto en la localidad exacta del mapa, y junto a él, el número 37.

Después, en la libreta, y con el lapicero más duro, anotamos en primer

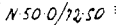

37 N 50°/72° SO  Calizas grises en superficie, gris negras en fractura, que es de grano grueso y vetada de calcita. Estratificación bien marcada y regular. Forman parte de corridas ininterrumpidas que se pierden de vista a ambos lados. Contienen Hippurites . Probablemente senonenses.

Fig. 1

lugar el número de orden de la estación y luego las observaciones pertinentes (véase fig. 1).

Un conjunto de observaciones de esta índole constituye un itinerario. Como dijimos antes, las estaciones se numeran en serie indefinida del 1 en adelante. En este caso, y como son diez los equipos de trabajo, cada equipo añadirá además, al principio de cada página, la numeración romana que le corresponda.

Cada día se inicia una nueva hoja, encabezada con la fecha, con el número del equipo y con la referencia de la hoja topográfica en que se desarrollan las observaciones (véase fig. 2), e igualmente cada día, al terminar la jornada, se retiran de la libreta las hojas correspondientes al itinerario que ha terminado, y se guardan.

Las anotaciones de estaciones se harán solamente por el anverso, dejando el reverso para croquis aclaratorios y, en general, para toda clase de observaciones fuera de itinerario.

Se hará nueva observación, y por consiguiente nueva estación, registrada en el mapa, cuando cambien de manera trascendente las características de las formaciones geológicas, bien que este cambio se refiera a su posición, a su índole litológica u otra característica fundamental.

Se entiende que la falta de observaciones, en un itinerario, implica que todo se desarrolla sin cambio desde la observación anterior. La falta de elementos de observación debe, por consiguiente, anotarse igualmente, señalando cual sea el motivo de falta de observaciones tales como falta de afloramientos o existencia de recubrimientos cuaternarios o vegetales.

Cuales sean los cambios trascendentes que exigen nueva estación es cosa muy difícil de definir y es un instinto o criterio geológico que sólo se adquiere con la práctica; su desarrollo es uno de los objetos de esta experiencia. Al principio muchos anotarán demasiado, con prolijidad que restará tiempo; o demasiado poco, con merma de datos útiles. Pero poco a poco irán aprendiendo todos a estimar la importancia de los cambios.

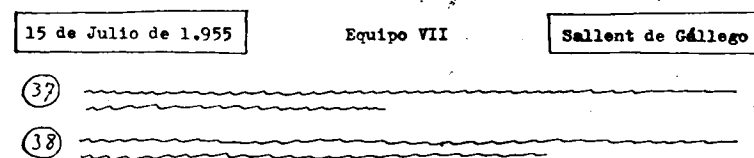


Fig. 2

Al seguir un itinerario no se debe perder nunca, si se puede evitarlo, la posición exacta en el mapa. Será ello mucho más fácil si se sigue los senderos o caminos señalados en aquél. Siempre tiene gran ventaja hacerlo desde todos los puntos de vista, y aunque la observación geológica exija a veces apartarse de ellos, deberá procurarse seguirlos en la mayor medida posible. El barómetro de altitudes es un auxiliar de gran valor para situarse en el mapa cuando, como el nuestro, está dotado de curvas de nivel; es decir, una de las coordenadas, puesto que nos da la cota. Pero es preciso recordar todas las mañanas corregirlo por comparación con un punto de cota conocida y conveniente comprobarlo de cuando en cuando en puntos inconfundibles y de cota registrada en el mapa, tales como poblaciones, cimas, pasos de montaña, manantiales, etc.

Es conveniente observar y registrar anotaciones referentes al tipo de vegetación, cultivos, arbolado, habitación e industrias humanas, y, en general todo lo necesario para redactar los capítulos de geografía física y humana.

Para abreviar y aligerar las descripciones de la calidad y clase de afloramientos preconizamos el uso de los siguientes símbolos (fig. 3) postpuestos a la designación de la medida. Para registrar ésta anotamos primero el rumbo y después el buzamiento, por ejemplo:

N. 50°/72° SO
(rumbo / buzamiento)

Se ha adoptado la brújula Büchi por su economía y solidez y por la dificultad de importar otros tipos de material.

Esta brújula se ha adaptado de manera que su graduación y medidas corresponden a la del tipo Brunton, universalmente empleado para la geología del petróleo, y la de más cómodo empleo.

La adaptación, en cambio, ha exigido que se emplee el mismo limbo

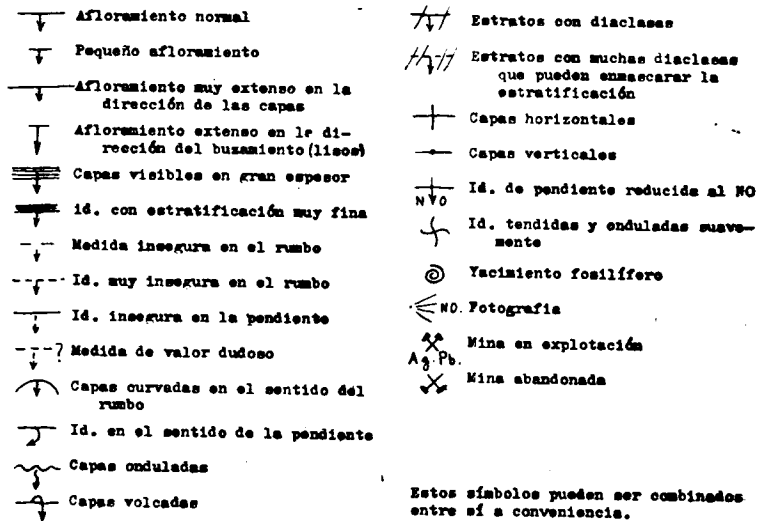


Fig. 3

para la medida de rumbos y de pendientes, y como consecuencia es preciso volverlo a colocar en la posición de cero grados (o, mejor dicho, en el valor correspondiente a la declinación magnética, unos 8°, con objeto de tener lecturas corregidas al Norte verdadero) después de cada lectura de pendientes, antes de proceder a la lectura de un nuevo rumbo.

Salvo este pequeño inconveniente, espero que la brújula Büchi, adaptada, será sumamente práctica y útil.

En la libreta, y en la estación donde haya habido recogida de fósiles, deberá añadirse, en forma ostensible, el símbolo de yacimiento fosilífero.

La recogida de fósiles debe hacerse siempre con referencia a una estación del mapa, y si es necesario se hará estación sólo para este objeto.

Se dota a cada equipo de bolsitas de papel de distintos tamaños, en

cuyo exterior se anotará el número correspondiente a la estación de recogida y el nombre de la hoja topográfica. Igualmente se dota a los equipos de saquitos de lona para reunir en ellos las recogidas.

Técnica de marcha y campamento

Terminadas estas breves aclaraciones referentes a la observación geológica daremos instrucciones y consejos referentes a la técnica de campamento, marcha por montaña y primeros cuidados en caso de accidente.

El material de campamento es uniforme. Cada equipo, que estará constituido por dos o tres personas, recibirá su material, tanto geológico como de campamento (que es propiedad de la Escuela de Minas), contra la firma de un inventario.

Se espera que todos los participantes cuiden este material más que si fuera propio, evitando extravíos y deterioros otros que los que resulten de su uso y desgaste normales.

Los participantes que posean aparatos fotográficos y tengan afición podrán colaborar a ilustrar gráficamente los resultados, tanto por lo que se refiere al aspecto geológico como al anecdótico y personal de la expedición. Las fotografías destinadas a ilustrar accidentes geológicos deberán referirse a estaciones del itinerario y deberá anotarse el tema de la fotografía y orientación de la cámara (*grosso modo*).

La zona objeto de nuestro estudio es de relieve duro y presenta escarpas peligrosas y pasos difíciles. La regla fundamental del buen aficionado a la montaña es que nadie debe atacar nunca un paso o situación de dificultades superiores a su capacidad, que resulta tanto de su experiencia como de su fortaleza física. Por consiguiente, ningún participante debe arriesgarse, *bajo ningún pretexto*, o comprometerse en ascensos o descensos que exijan actividades y conocimientos superiores a su fuerza y experiencia. Por consiguiente, debe retroceder y buscar un paso más fácil antes de colocarse en situaciones comprometidas que de ninguna manera debe afrontar y que, por otra parte, no serán necesarias. No se trata de un curso de alta montaña y escalada, sino de prácticas de geología.

Deben evitarse a toda costa las marchas nocturnas en terreno desconocido. Precisamente la tienda de campaña hace totalmente innecesarias estas marchas para alcanzar un refugio o poblado, puesto que ofrece cobijo en cualquier punto que sea necesario.

El sitio para acampar debe elegirse, antes de que la oscuridad dificulte la tarea del montaje, en terreno llano y de césped y próximo a manantial o torrentera. Antes de despojarse del material es aconsejable extender una prenda sobre el terreno y colocar todo sobre ella para evitar extravíos. Se aconseja montar el campamento una hora antes de la oscuridad de la noche.

Cada tienda va provista de dos telas engomadas para impermeabili-

zar el piso. Deben colocarse, la inferior, con la tela hacia abajo y la goma hacia arriba; la superior, con la tela hacia arriba y la goma hacia abajo, con objeto de que la impermeabilización de caucho se deteriore lo menos posible. Todo material húmedo o mojado debe secarse y olearse antes de ser arrollado de nuevo.

La tienda debe colocarse sobre terreno horizontal o, mejor aún, muy ligeramente inclinado, de manera que su eje coincida con la máxima pendiente para que la parte superior del cuerpo quede ligeramente más alta.

Debe prepararse primeramente el piso retirando todas las piedras y hierbas y objetos duros. Deben practicarse cavidades para los hombros y caderas, señalando previamente en el terreno las posiciones que tendrán cuando el cuerpo esté tendido para el reposo, y estas cavidades se harán muelles con hierbas, helechos o cualquier otra materia blanda. De otra manera la postura yacente será muy incómoda y el descanso problemático. Todo el tiempo que se emplee en la preparación cuidadosa del lugar de acampamiento será bien empleado y agradecido después de una noche de buen descanso. Conviene cavar un canal de desagüe alrededor de la tienda, sobre todo si amenazan lluvias.

La marcha en montaña tiene su técnica, y de observar o no las reglas resulta el placer o la fatiga.

La marcha debe ser acompasada y armoniosa. El secreto reside en acompasar siempre el ritmo de la respiración al de la marcha y el de la marcha a la pendiente y dificultades. No tiene el menor objeto empezar una marcha o la ascensión de una pendiente a velocidades desenfrenadas. Pronto se agotará la respiración y será imposible mantener el esfuerzo; el cuerpo quedará fatigado. Al contrario, la primera marcha de cada día debe iniciarse a ritmo más lento que el normal.

Un buen método de marcha consiste en practicar dos inspiraciones breves y profundas coincidiendo con dos pasos sucesivos; luego dos expiraciones, todo ello bien marcado, con los dos pasos siguientes. Si el marchador se habitúa a mantener siempre este acorde entre el ritmo de marcha y el de respiración podrá marchar, sin fatiga respiratoria, indefinidamente. De cuando en cuando, y para aumentar la capacidad respiratoria, a manera de gimnasia, puede practicar cuatro inspiraciones profundas y rápidas, sucesivas, coincidiendo con cuatro pasos sucesivos, y cuatro expiraciones en la misma forma.

Para afrontar pendientes debe hacerlo a una velocidad que le permita mantener ese mismo ritmo respiratorio. Si no puede mantenerlo debe reducir la velocidad hasta recuperarlo de nuevo.

La cabeza debe ir cubierta, al menos en los primeros días, para evitar insolaciones, puesto que el sol de la altura, en ambientes de montaña limpios y despejados, quema más que el de las playas.

Es recomendable en marchas por montaña llevar un ritmo de marcha tan uniforme como sea posible o, dicho de otro modo, obtener un buen resul-



Campamento en El Arbelluso al pie de Canal Larga, en el macizo de Peña Telera.



Grupo de participantes al comenzar las tareas. De pie, Ugalde, Navarro Mascarell, Ríos, Ossa, Caso de los Cobos, Escandell, Delgado, Martínez Bordiú, Puig, Medialdea, Anguiano y Barber. En primer plano, Kübler, Fdez Palencia, García Rodrigo, Martínez Herrero, Navarro Alvargonzález, Rey y Truyols. En Pueyo de Jaca. Al fondo el macizo de Peña Telera.



El valle de Pueyo de Jaca. Al fondo el macizo de Peña Telera.

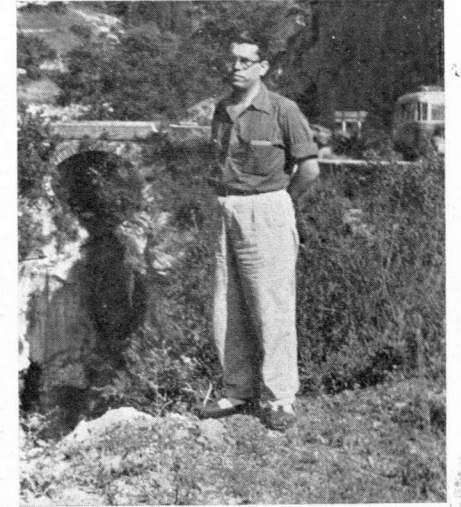


En pleno trabajo durante el entrenamiento preliminar. Al fondo la Peña del Diablo.

Fotos F. Ríos.



Momento de la inauguración del campamento.

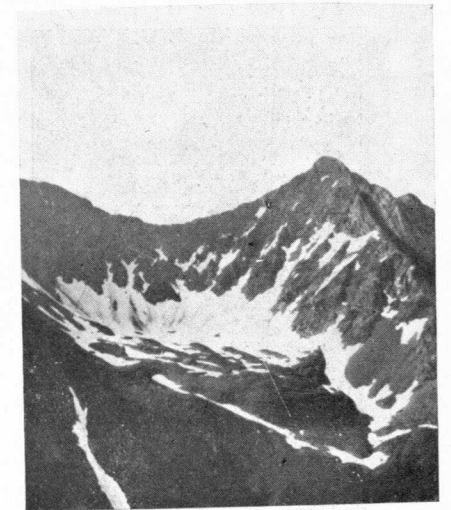


El «secre».

Fotos G. Rodríguez.

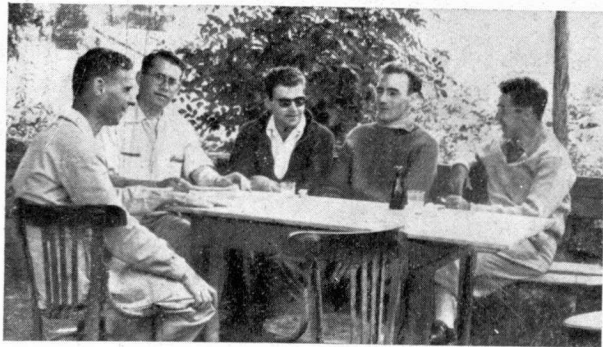


Crestería S. E. del circo de Piedrafita, desde la brecha de Latour, en el macizo del Balaitus.

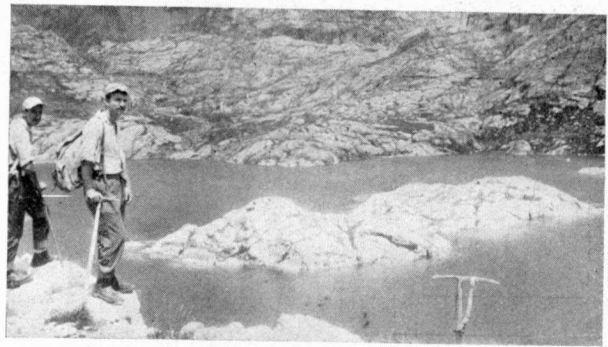


Picos de Garmo Negro y Argüalás, con su circo Norte en pizarras devonianas y carboníferas, desde el pico Garmo de la Horna.

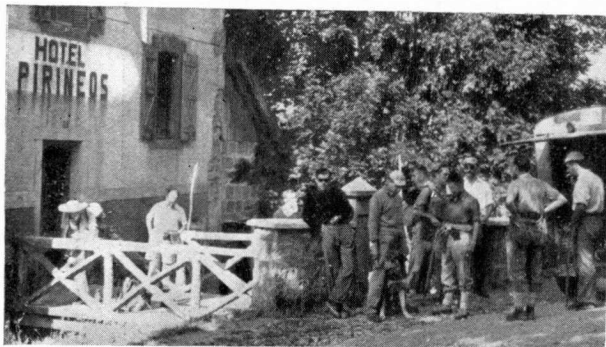
Fotos F. Ríos.



Un rato de descanso y cambio de impresiones. Prof. De Lapparent, García Rodríguez, Benedet, Kübler y Navarro Alvargonzález.



Formas típicas de erosión glaciárica en los granitos. Lagos de Bachimaña.



Preparados para la marcha.



La comida de despedida.

Fotos G. Rodríguez.



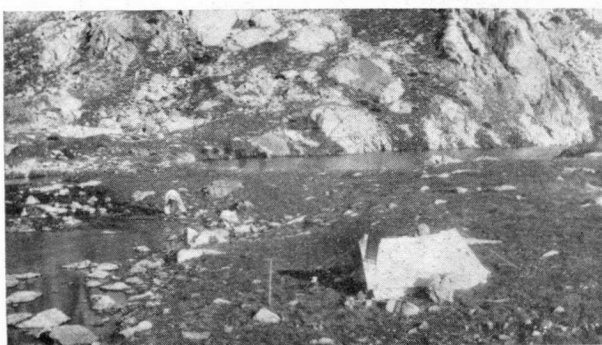
Peña Foratata y el poblado de Lanuza.

Foto G. Rodríguez.



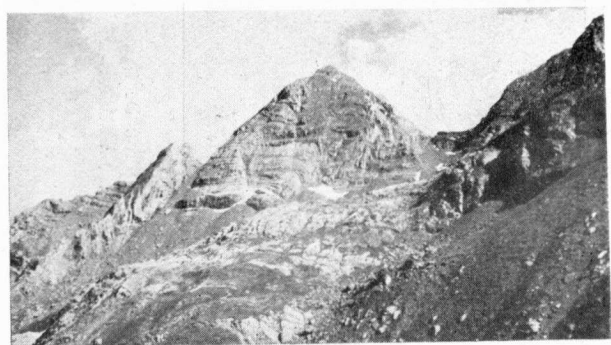
El Pico de Midi d'Ossau. Señores De Lapparent, Delgado y Navarro Alvargonzález.

Foto Navarro Alvargonzález.



Campamento en los granitos del lago Arnales.

Foto Barber.



Permiano de Las Arroyeras en la zona de Anayet.

Foto Navarro Alvargonzález.

La serie cretácica de Peña Blanca en el macizo de Tendeñera.

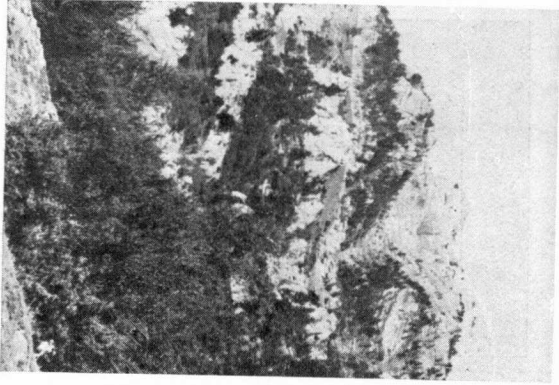


Foto Rey.

El valle del Gallego desde el escalón a Hoz de Jacu.



Foto G. Rodríguez.

Los Sres. Kübler, Prof. De Lapparent, Prof. Rios y Guérange.

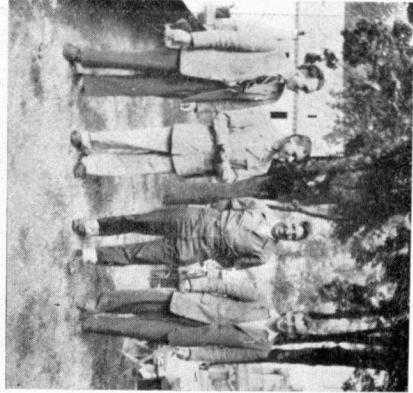


Foto F. Rios.

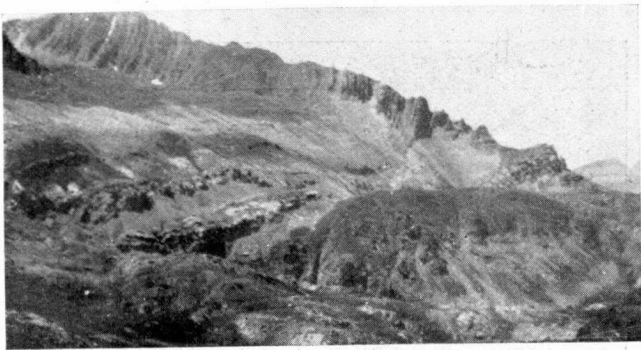
Llegada a la cima.



Foto F. Rios.

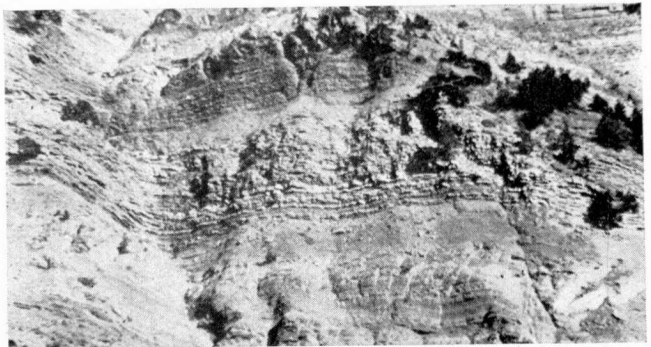
LÁMINA VI

LÁMINA VII



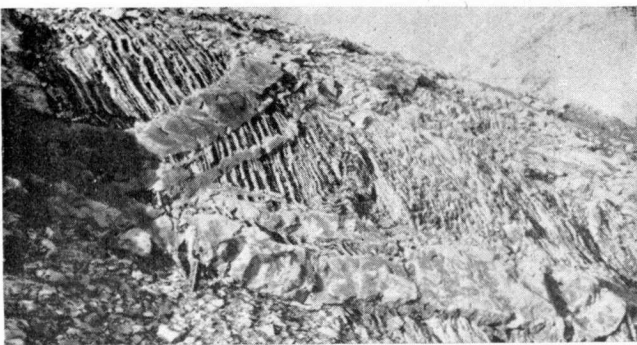
Serie cretácica del espolón de Mandilar, en Peña Blanca, del macizo de Tendeñera. En primer término Las Travenosas.

Foto Rey



El eoceno al Sur de Peña Sabocos.

Foto Martínez Herrero.



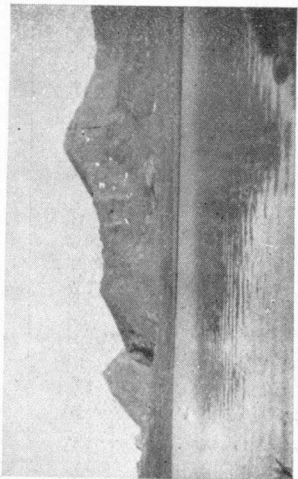
Intrusiones hipogénicas en calizas paleozoicas en la zona al Oeste de Mercado.

Foto Barber.

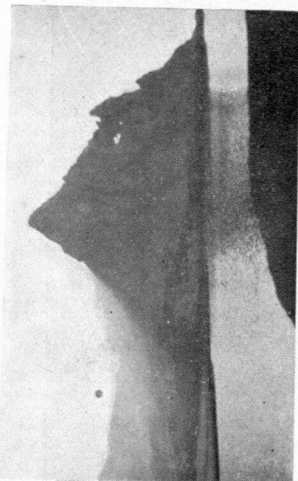


A la izquierda el pico de Argúalas y a la derecha el de Garmo Negro en paleozoico que se alza sobre los granitos.

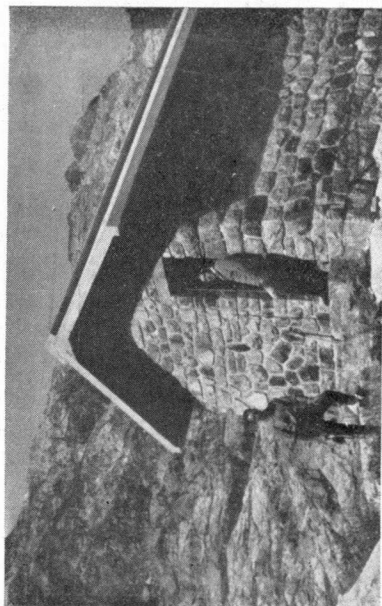
Foto Barber.



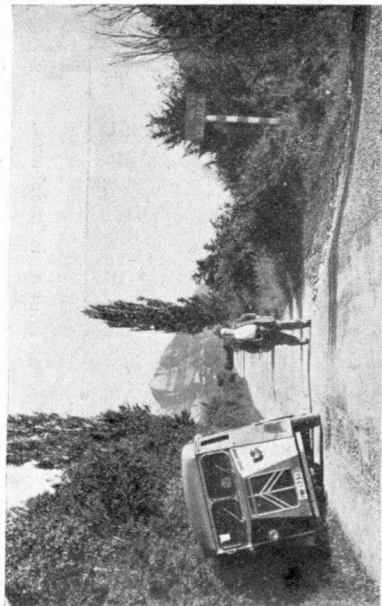
El macizo de Anayet. *Foto Delgado.*



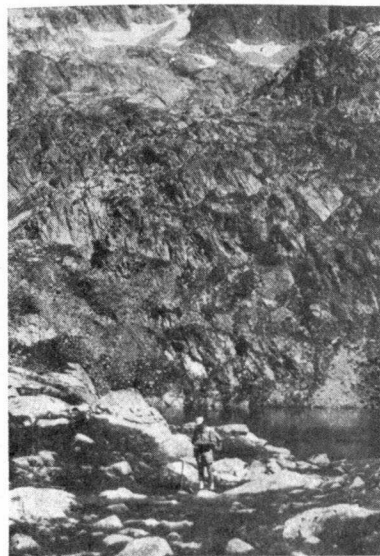
Pitón de andesita del Pico de Anayet, que se alza sobre el lago del mismo nombre. *Foto Delgado.*



Refugio de Bramatuero. García Rodrigo y Barber. *Foto Külber.*



Nuestro vehículo. Al fondo Peña Telera. *Foto G. Rodríguez.*



Lago de Arnales al pie de Garmo Negro en zona de dominio granítico.

Foto F. Barber.



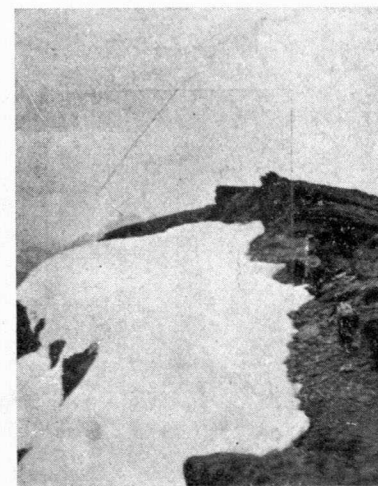
El escalar del Balneario de Panticosa, entre los granitos y las calizas paleozoicas.

Foto F. Barber.



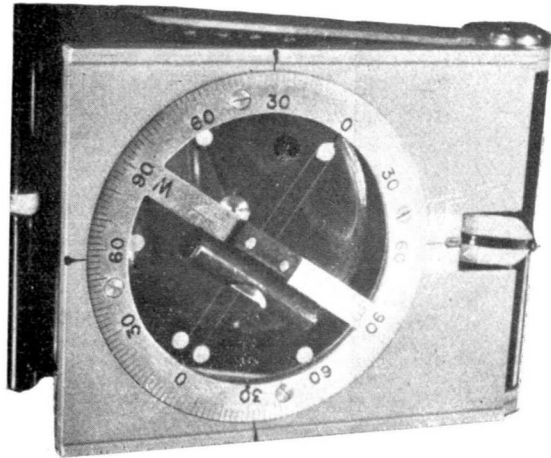
Lagos de Arriel y toma de aguas en construcción para el salto de Resposmuso. Granitos y digestión de calizas.

Foto Ríos.

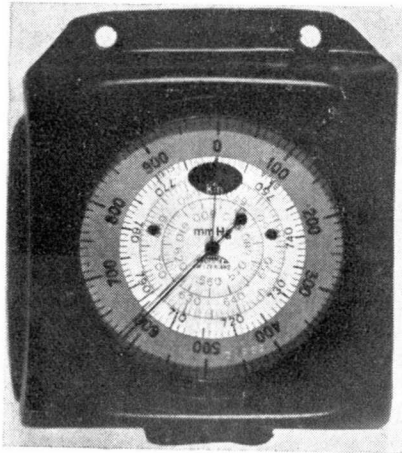


La cima del Balaitus (3.151 mts.) Un débil espesor de formaciones cretáceas reposa discordante sobre el granito.

Foto Ríos.



Brújula «Büchi», reformada.



Barómetro «Thommen».

tado mucho más por la regularidad de la marcha que por grandes velocidades alternantes con paradas. Un buen marchador descansa sobre la marcha porque no se fatiga nunca y, desde luego, no se sienta jamás. Por otra parte, la necesidad del trabajo geológico impone frecuentes paradas con objeto de efectuar anotaciones y observaciones que constituyen, de por sí, un descanso bien dosificado. Las comidas deben ser ligeras, y si es necesario, por naturaleza o costumbre, alimentarse en cantidad, repartidas en varias veces, pero debe conservarse siempre el estómago ligero, de modo que no se sienta pesadez o necesidad de reposo. El alcohol es un gran enemigo del marchador, pues su presencia en el sistema circulatorio se denota en seguida por una pesadez y atonía generales.

Recordemos que el chocolate, las frutas secas (almendras, avellanas) y los frutos desecados (higos, ciruelas, melocotones) son excelentes reservas de alimento y energía en la montaña. El «Nescafé» puede igualmente resultar una bebida útil y agradable, especialmente reconfortable.

Sanidad y primeros auxilios

Por lo que se refiere a la sanidad, el cuidado de los pies es la medida más importante para el marchador. El calzado debe ser cómodo, amplio y al mismo tiempo debe sujetar el pie lo mejor posible, sin mermar nunca la perfecta circulación. Se recomienda el calzado de suela gruesa o bien los calzados montañeros con gruesa suela de caucho con profundas ranuras. En el primer caso, claveteado para mayor duración y mejor agarre. Conviene usar un número mayor que el habitual y rellenarlo bien con dos o tres pares de calcetines de lana gruesa, de modo que el pie quede ajustado sin ir apretado y al mismo tiempo mullido y aireado. Incluso en verano estimo recomendable el uso de gruesas botas y calcetines de lana con preferencia a todo otro tipo de calzado.

Por lo que se refiere al cuerpo, durante el día el activo ejercicio de la marcha suministra sobradas calorías, pero para las paradas en lugares húmedos y sombríos y al caer el sol es preciso llevar algún pullover de lana (un par con mangas y otro sin mangas), pues las temperaturas pueden ser muy bajas. El saco de dormir y la tienda son excelentes abrigo y protegen de manera más que suficiente contra todas las intemperies nocturnas. Es recomendable llevar una prenda impermeable de plástico que pueda arrollarse en muy poco espacio.

Debe llevarse abundante repuesto de gruesos calcetines de lana, pues es la prenda de más necesaria sustitución.

Cada equipo se ha dotado de un botiquín de primera urgencia.

El *shock traumático*, o desfallecimiento consiguiente a un accidente debe ser atendido con toda urgencia, procurando abrigar al accidentado con todos los medios al alcance con mantas caliente o botellas de agua

caliente, y en cualquier caso aportando calorías de la manera que se pueda. Si está en condiciones debe suministrarse bebidas calientes, sobre todo café o te, pero de ninguna manera bebidas alcohólicas estimulantes.

El descanso y quietud deben ser absolutos hasta que entre en reacción y desaparezca la atonía.

En el caso de *distensiones o torceduras*, se recomienda la máxima quietud posible al miembro afectado y aplicación de un vendaje apretado, húmedo y frío.

En el caso de *hemorragias profusas*, colóquese al paciente en posición reclinada y en descanso. Aplíquese un torniquete o presión que detenga la hemorragia. Procúrese que no se enfíe.

Sofocación por asfixia. Retirar toda vestidura del cuello y pecho. Mantener la temperatura del paciente y efectuar respiración artificial. No suministrar líquidos hasta que se restablezca del todo la respiración normal.

Desmayo. Colocar al paciente echado de espaldas con la cabeza más baja. Evitar que se enfíe.

Cortes y erosiones. Aplicar la tintura de mercurocrom. Proteger con un vendaje o adhesivo esterilizado. Si la lesión es en una pierna, evitar a toda costa el roce con las medias o el pantalón para evitar infecciones que pueden ser peligrosas.

Calambres. Mover el miembro afectado, estirándolo al máximo posible. Después, masajear el músculo con firmeza en sentido ascendente.

Quemaduras de piel y grietas en los labios. Mucho mejor prevenir que curar, evitando, sobre todo en los primeros días, la exposición al sol intenso y al aire de la montaña. Aplicar vaselina o cualquiera de los preparados especiales. Si se llegan a formar ampollas, evitar en lo posible que revienten; pero si se llega a ello, desinfectar.

Respiración artificial. Volver al accidentado cuidadosamente sobre su estómago y volver su rostro a un lado. Arrodillarse a horcajadas sobre él con una rodilla a cada lado a la altura de sus caderas, dando la espalda a sus pies. Colocar las dos manos del operador en cada lado de su espalda a la altura de las costillas más bajas. Echar el peso sobre las manos, *sólida, pero suavemente*, originando una expiración. Liberar de la presión durante unos dos segundos para ocasionar una inspiración. Repetir esta maniobra al ritmo de doce veces por minuto. Si hay sospecha de sería de lesión torácica, no agravarla mediante esta operación, pues una costilla rota podría entonces perforar el pulmón.

Fracturas. Como primera norma, inmovilizar ambas partes del miembro fracturado, una con respecto a la otra, por medio de palos y ataduras o vendas, lo más sólidamente posible para que no hagan juego. Si se trata de un brazo, suspender del cuello. Si se trata de una costilla, aminorar el dolor de la respiración con un vendaje que controle el movimiento del pecho.

Si los extremos rotos quedan montados, procurar volverlos a su po-

sición normal antes de atarlos. Pero si hay salida con desgarre de tejidos, *de ninguna manera debe colocarse este hueso en su posición original a través de la piel*. Podría ser causa de grave infección.

Un accidente puede sobrevenir incluso a los más prudentes, y por esto se han dado estos consejos para los casos de urgencia más verosímiles. Pero la mejor cura es la prevención. Evitar ponerse en ocasión de riesgo de accidente, y para ello, no cometer imprudencias. Afianzar bien el pie, mirar dónde se pisa, no correr precipitadamente, no atacar problemas superiores a nuestras fuerzas y experiencia, no marchar de noche por terreno desconocido; en fin, observar las reglas elementales de prudencia que nos muestra el instinto mismo.

Y como regla final: Antes de partir cada día, comprobar que todo el material, tanto geológico como de campamento, está en regla. Que no se olvidan brújulas, barómetros, lapiceros, cuadernos, mapas, martillo, bolsas para fósiles, etc., etc., ni la comida, cerillas (en una caja de lata), linterna, sacos, ropa, calcetines, impermeable, etc., etc.

No esparcer las cosas por el campo al establecer un campamento, sino apilarlo todo en orden sobre una pieza de vestir. *No encender fuegos en sitios donde puedan propagarse y originar incendios*. No encender fuegos excesivamente próximos a las tiendas. Cuidar del material para evitar su extravío o deterioro.

No llegar nunca a la fatiga excesiva. No acometer objetivos ni marchas superiores a nuestras fuerzas. Ser compañeros afables y serviciales. Evitar los malos humores y afrontar las penalidades como personas de temple.

Noticias

*Reunión extraordinaria de la Sociedad Geológica de Francia
para conmemorar el 125 aniversario de su fundación.*

Entre los días 30 de septiembre y 9 de octubre del corriente año ha tenido lugar en París una reunión extraordinaria de la Sociedad Geológica de Francia, dedicada a conmemorar el CXXV aniversario de su fundación.

Se ha querido dar una mayor solemnidad a esta reunión para hacer resaltar la importancia del aniversario que se celebra, y para ello se ha invitado a varios países extranjeros a que enviasen representantes, habiendo acudido, entre otros, geólogos de Inglaterra, Bélgica, Suiza, Alemania, Holanda, Israel, etc.

El Instituto Geológico y Minero de España, con el que tan cordiales relaciones guarda esta docta institución, ha sido especialmente invitado para que enviase un delegado, y atendiendo esta amable invitación ha asistido en su representación el ingeniero vocal don Antonio Almela.

La reunión no se ha reducido a un acto oficial más o menos brillante, sino que éste ha sido precedido y seguido por una serie de excursiones breves a distintos puntos de la Cuenca de París, destinadas a dar a conocer a los colegas extranjeros y a los franceses que no hubieran tenido aún la oportunidad de conocerlas, las principales características estratigráficas y tectónicas de esta interesante cuenca sedimentaria.

Los actos celebrados se han desarrollado con arreglo al siguiente programa:

El día 30 de septiembre se efectuó en el salón de actos de la sociedad la reunión inaugural, presidida por el profesor Abrard, del Museo de Historia Natural de París, en la que se nos explicó el programa a desarrollar en los días sucesivos y los puntos principales que iban a ser visitados.

El día 1.º de octubre se realizó una excursión, dirigida por el P. Laparent, para conocer el Estampiense en la región que le dió su nombre: es decir, en Etampes. Se visitaron las arenas esparnacienses en la cantera de Gif y en la de Maisse, sitio este último en donde se ve un frente de unos 60 metros de arena muy fina, blanca y pura, que se explota intensamente para cerámica. En Morigny se recogieron fósiles marinos del Esparnaciense inferior, y en Ormoy, la fauna también marina de los niveles superiores de este piso.

Sobre las arenas se encuentra un espesor discontinuo de 45 metros de arenisca también esparnaciense (arenisca de Fontainebleau) y encima un nivel de arenisca dura, cavernosa, lacustre del Aquitaniense (Meulière de Beauce), que en Maisse pasa lateralmente a caliza (calcaire de Beauce).

Bajo las arenas, en Angerylliers, se ve arcilla plástica, gris y rojiza

con lignito y azabache, que tiene lentejones de arenisca arkósica, fluvial, casi una pudinguilla, que representa el Esparnaciense.

En Arpenty aflora como nivel más bajo la creta blanca con abundantes nódulos de sílex oscuro del Senonense.

El día 2 se hizo un recorrido hacia el NO. de Paris, por Trappes, Montainville, Gargenville, Chars y Chavençon, bajo la dirección del profesor Abrard y otros geólogos, para ver, sobre los afloramientos de la creta campaniense que aflora en el Valle del Mauldre, un Eoceno más completo, constituido por calizas montienses, arcillas plásticas del esparnaciense, Cuisiense arenoso y Luteciense inferior y superior, calizo, que se descompone en varios niveles y es visible en Grignon y en Gargenville.

Más adelante, en Chars, se alcanzan niveles aún más altos del Eoceno, pues se llega a las arenas de Cresnes, nivel bartoniense visible en aquella localidad. También en Chavençon se alcanza hasta el Bartoniese, representado por el horizonte de Mont St. Martin, de la base de aquel piso.

Al principio y al final de la excursión se encontraron los niveles oligocenos ya vistos en el día anterior.

Los días 3 y 4 se dedicaron a estudiar, bajo la dirección del P. Laparent, el magnífico anticlinal del Pays de Bray, que hace aflorar por debajo del Oligoceno y el Eoceno un Cretáceo muy completo y el Jurásico, en extenso ojal.

El primer día, después de dejar atrás el Estampiense, se visitó la cantera de Fosses, en donde existe el Ypresiense, constituido por arenas sueltas, marinas, sin fósiles, con algún banco de arenisca ferruginosa intercalado. En la parte alta, el Ypresiense es lacustre, con algún lignito e hiladas de arcilla. Encima, el Luteciense transgresivo comienza por un nivel arenoso con glauconia, con *Nannulites laevigatus*.

En Précý se llega a la creta blanca senonense, con abundantes nódulos de sílex, que se explota en una cantera que ofrece la creta en un frente de 40 metros de altura. Más al NO. se alcanzan niveles cada vez más bajos del Cretáceo; así, en Tillard, una cantera muestra una creta más margosa, también con sílex, que pertenece ya al Turonense. El Cenomanense margoso con *Acanthoceras* es raramente visible, pero el Albense, que se descompone en tres tramos, es observable en muchos sitios. El Albense superior está constituido por una roca ligera, silicea y glauconiosa (gel silíceo, «gaize»), que representa el nivel de *Mortoniceras inflatum*. El nivel medio o Gault está constituido por arcillas grises, que constituyen prados húmedos y son objeto de explotación en varias canteras. Por el contrario, la «gaize» del nivel superior constituye una roca más dura y menos húmeda, que domina las partes bajas arcillosas, y en la que se han edificado predominantemente los pueblos del Pays de Bray. Por último, el Albense inferior está constituido por arenas verdes, que constituyen el nivel que en otras zonas está caracterizado por el *Douvilliaceras mamillare*.

El Aptense falta o está incluido en las facies lacustres que vienen a continuación, y que están constituidas por arcillas rojizas o abigarradas

del Barremiense, arenas y arcillas del Hauteriviense y arenas ligníferas de estratificación torrencial del Valanginiense.

Al día siguiente, después de pernoctar en Beauvais, se continuó hacia el NO. para alcanzar los niveles más bajos, ya jurásicos, que aparecen en la zona de Buicourt-Neufchâtel.

Se compone el Jurásico, de arriba a abajo, de arenas y areniscas con *Trigonia gibosa*, del Portlandense superior; complejo de arenas y areniscas calcáreas con *Anomia laevigata*, margas, calizas y algún nivel conglomerático, del Portlandense medio, y arcillas con lumaquela de *Exogyra virgula* y *Trigonia*, que en la base tienen un banco de unos tres metros de caliza litográfica, todo ello del Portlandense inferior (Haincourt).

Debajo, y como nivel más antiguo de los que afloran en el Pays de Bray, se encuentra el Kimmeridgiense, constituido por arcillas, también con *Exogyra virgula* (Virguliense).

En esta zona, la R. A. P. perforó varios sondeos de reconocimiento petrolífero, de resultado negativo. En ellos se cortó, bajo el Malm, el Dogger y el Lias, y a continuación, el Triásico, compuesto de Keuper y Bunt, sin *Muschelkalk*. A los 1.125 se llegó a las pizarras metamórficas del Paleozoico.

Al final de la excursión, la señora E. Basse de Ménoryal tuvo la atención de mostrar y explicar el notable enterramiento neolítico de Bonnières sur Seine, recibiendo y obsequiando después a los excursionistas en su domicilio particular.

El día 5, fecha del aniversario, por la tarde, M. Gandillot dió una interesante conferencia sobre la utilidad de la fotografía aérea en la geología y forma de utilizarla, y a continuación tuvo lugar la sesión solemne de conmemoración del CXXV aniversario.

Se celebró ésta bajo la presidencia del actual Presidente de la Sociedad, profesor Dangeard, quien pronunció un discurso exponiendo la trascendencia del acto que se celebraba.

A continuación, los diferentes delegados extranjeros hicieron uso brevemente de la palabra para felicitar a la Sociedad Geológica de Francia y hacer votos por que su labor continuara siendo tan fructífera como hasta ahora.

El Secretario expuso en documentado discurso el estado actual de la Sociedad y el constante incremento que había experimentado a partir de la terminación de la guerra. Finalmente, el profesor Fallot, del Collège de France, dió una interesante conferencia, en la que evocó las sesiones de la Sociedad en los primeros años de este siglo, bosquejando con trazo firme y conciso la fisonomía y personalidad de los ilustres geólogos que asistían a aquellas sesiones. Con esto se dió por terminado el acto conmemorativo.

El día 6 se realizó una excursión hacia el SE. de Paris, por Neuilly-Plaisance, Chelles y Champigny, en la que se vió el paso del Eoceno al Oligoceno, con los yesos y margas del Ludense recubiertos por las

margas sanoisienses, que culminan en la caliza y arenisca de Brie (Calcaire y Meulière de Brie).

La mayor parte de la excursión se dedicó al estudio del Cuaternario del Marne, en el que se encuentra, en Chelles, un célebre yacimiento Chellense y Achelense, con abundantes mamíferos. Esta excursión fué dirigida por los señores Cailleux y Deicha y la señorita Malycheff.

El día 7 por la mañana se visitó, bajo la dirección de los señores Abrard y Soyer, las notables canteras subterráneas que en complicada red de galerías se han venido explotando bajo el Jardín de Plantas, desde antes del siglo XIII, para obtener la caliza eocena utilizada en gran parte de las construcciones de París.

Por la tarde se visitaron las interesantes instalaciones que el Institut Français du Pétrole posee en Rueil-Malmaison, especialmente el laboratorio de fotogeología, en el que se realiza una intensa labor geológica a base de fotografía aérea. También se visitó el laboratorio de micropaleontología, en el que se conserva un copiosísimo y magnífico fichero de microfósiles. Al final de la visita, el Director, señor Navarre, secundado por la señora Gubler y el resto del personal técnico, reunió a los visitantes para exponerles la labor del Instituto, obsequiándoles a continuación con una merienda.

El día 8, M. Bordes dirigió una excursión al Somme, en la región de Amiens, que constituye uno de los puntos básicos en los que se ha desarrollado la ciencia prehistórica. Se mostró a los excursionistas las distintas terrazas del río, los varios niveles de loess reconocidos en las canteras y los diferentes hallazgos paleontológicos que han permitido establecer una detallada cronología en el Cuaternario.

El domingo, día 9, se realizó una última de las excursiones, dedicada a visitar la notable cantera de los Etablissements Lambert Frères, en Cormeilles-en-Parisis. Esta importante cantera muestra un frente de 100 metros de altura, en el que se ofrece desde las masas de yesos de la parte alta del Eoceno hasta las arenas de Fontainebleau, que representan el Estampiense. Pero, además, un sondeo de reconocimiento que se perforó a fin del siglo pasado muestra los niveles inferiores al Ludense, hasta el Cuisiense, con lo que se ha obtenido una amplísima columna estratigráfica, que es la más completa que se tiene de la cuenca de París. Esta excursión fué dirigida por los señores Soyer y Deicha.

Demanda de selenio.

El selenio es un metaloide del que tanto su producción como su demanda aumentan continuamente desde la última guerra. La producción es de 800 toneladas anuales y la demanda del orden de 3.000. Como es sabido, su obtención se efectúa principalmente de los lados anódicos procedentes de la electrólisis del cobre, debido a que existen pirritas cupríferas con leyes en selenio de 2 a 0,1 %.

Se ha estudiado en Gran Bretaña una técnica nueva de tostación de las pirritas sometiéndolas a una temperatura de 1.000°, con lo que se facilita la recuperación del selenio.

Producción de cadmio.

El cadmio es un metal que se obtiene como subproducto de las blendas en una cantidad de 7.400 toneladas métricas anuales, de las cuales corresponde a España el 1 por 1.000.

El precio es de 130 pesetas el kilogramo.

Programa de energía nuclear en Francia.

Se ha constituido en Francia la Comisión Asesora de la Industrialización de la Energía Nuclear, presidida por el Vicepresidente del Consejo Superior de Minas, la cual preparó un programa trienal con un presupuesto de 100.000 millones de francos, con la siguiente distribución:

15 % Laboreo y beneficio de minerales.

15 % Preparación de materias básicas de los reactores (uranio, torio, agua pesada).

30 % Construcción de dos reactores suplementarios en Marcoull.

20 % Prototipos de motores marinos.

20 % Estudios de nuevas técnicas y construcción de reactores secundarios.

Distribución de gas natural.

Con las enormes formaciones de gas natural descubiertas en Italia, que dan 10.000.000 m³/día a una presión media de 60 atm., se ha planteado el problema de su distribución por el continente, sin perder de vista que la tendencia actual es poco favorable a que se destine al abastecimiento de grandes núcleos de población y, en cambio, se considera económico su empleo en grandes centrales gasoelectricas.

El proyecto de distribución tiene una primera etapa a base de tender dos grandes gaseoductos: uno hacia Austria, por Carintia, y otro hacia Alemania, por el Brennero.

Nuevo director del Instituto Geológico y Minero de España.

En el Consejo de Ministros del día 11 de noviembre se ha nombrado Director del Instituto Geológico y Minero de España al Ilmo. Sr. Inspector General del Cuerpo de Ingenieros de Minas, D. Alfonso de Alvarado y Medina.

Producción canadiense de mineral de hierro.

La entrega de minerales de hierro durante el mes de julio procedente de la producción canadiense sumaron 2.370.000 toneladas contra 830.000 en el mismo mes del año anterior. Este aumento de producción se ve claramente en la correspondiente a los siete primeros meses de este año, que ha llegado a 6.400.000 toneladas, contra 2.590.000 en el mismo plazo del año anterior.

La producción de volframio y el aumento de precio.

La producción estadounidense de concentrados de volframio llegó a un máximo en el segundo trimestre de este año, con un total de 4.030.000 libras de metal. En el primer trimestre la producción fué sólo de 3.400.000 libras.

El consumo del segundo trimestre fué de 2.600.000 libras, el mayor conocido desde el primer trimestre del año 1951, y el del primer trimestre de este año, 1.700.000. El volframio ha subido 20 chelines en el mes de septiembre, alcanzando 275 s. por unidad c.i.f., debido este aumento, según se cree, a la vuelta de los compradores al mercado. La cobertura de las necesidades europeas dejó al mercado inesperadamente escaso de suministro.

Notas bibliográficas

CRIADEROS

M. ROUBAULT: *Les gisements d'uranium de la France Métropolitaine et des Territoires Français d'Outre-Mer.* «C. E. A.», núm. 437, 1955.

Se hace la historia de las investigaciones francesas de uranio, y describe cada una de las cuatro formaciones más importantes de la metrópoli y el resto con menos detalle y también con amplitud las de Madagascar. Llegan a la conclusión de que Francia, con una investigación de menos de diez años, ha puesto en evidencia numerosos yacimientos importantes de uranio.—I. F.

JOAQUÍN GÓMEZ DE LLANERA: *Sur l'origine de la magnésite (giobertite) de la haute vallée de l'Arga (Navarre espagnole) et de la «zone des grauwackes» d'Autriche.* «C. R.», 241, 606-8, 17 agosto 1955.

Sostiene el autor que todas las observaciones objetivas de cinco años, así como de los autores alemanes y austríacos que han estudiado este problema en los Alpes Orientales, confirman el origen sedimentario de las magnésitas estudiadas aquí, y que otros criaderos supuestos producidos por soluciones mineralizantes pueden tener también origen sedimentario.—I. DE A.

GEOGRAFIA

BARANDIARÁN, J. M. y ELÓSEGUI, J.: *Explotación de la cueva de Urtiaga.* Munibe. «Bol. Real. Soc. Vas. Am. País», año VII, cuaderno 2.º. San Sebastián, 1955.

En esta cueva de Urtiaga—Itziar, Deva, Guipúzcoa—existe un buen yacimiento prehistórico, en parte excavado y estudiado entre 1928 y 1936, quedando un resto sin estudiar. Posteriormente, la cueva está cerrada, continuando su estudio en 1954.

Se dan los niveles que pueden diferenciarse en la masa total del yacimiento, en el que los autores llegan a distinguir hasta trece diferentes niveles, conteniendo casi todos moluscos marinos, lapas fundamentalmen-

te; restos de vasijas de barro y huesos de diversos animales. También se ha encontrado algún hueso humano en determinados niveles.

En los niveles más bajos existe una industria lítica del tipo de microlitos neolíticos.

En la excavación se ha alcanzado la profundidad de 1,60 m., o sea, 2,10 m. respecto a la superficie del yacimiento.

Es probable que los niveles más profundos contengan restos del paleolítico.—H.-P.

GÓMEZ DE LLARENA, J.: *Terrazas fluviales. Munibe*. «Bol. Real Soc. Vasc. Am. País», año VII, cuaderno 1.º. San Sebastián.

Se trata en este artículo de divulgación, de lo que son y representan las terrazas fluviales, así como su génesis. Se dan algunos ejemplos típicos como los del valle de Oyarzun, en Pasajes de San Juan y Rentería, cuenca del Urumea, cuenca de Oria y del Barástegui, Ibarra.

Muchos de los ejemplos han sido observados por el autor, que se ha apoyado en ellos para redactar este interesante artículo.—H.-P.

MATEO GONZÁLEZ, P.: *El clima de Gijón*. «Serv. Meteor. Nac. Publicaciones». Serie A (memorias) núm. 25. Madrid, 1955.

En este trabajo se reúnen todas las observaciones meteorológicas sistemáticas que se han efectuado en Gijón hasta 1950 inclusive. Las más antiguas datan de noviembre de 1922. Se dispone, pues, de una estadística de veintiocho años, con la interrupción del lapso de tiempo comprendido entre 1936 y 1938.

Se estudian las condiciones geográficas del país, dándose datos del relieve, los rasgos fundamentales de éste y su influencia en los vientos de tipo «foehn». También se tienen en cuenta la presencia del tipo «de aguas a lo largo de la costa, cuyo carácter térmico tanta influencia tienen los vientos del NE. y SW.

Se analiza el cuadro de valores medios climáticos de Gijón, dándose en cuadros diversos estadísticos las observaciones meteorológicas.

A continuación se estudian los elementos del clima, presión, temperatura, humedad, vientos, resumiéndose sus características mediante gráficos diversos nubosidad e insolación, evaporación, precipitaciones y el fenómeno de las nieblas, deduciéndose de todo ello el tipo de clima, que ofrece las características de ser templado, con oscilaciones moderadas de temperatura, de elevada humedad relativa, abundantes precipitaciones líquidas a lo largo de todo el año y abundante nubosidad y por ello de escasa insolación, intensificándose las últimas características al penetrar hacia el interior del país.

Las temperaturas medias es de 14º,3, siendo el mes más cálido agosto, con media de 19º,9, y el más frío enero, con 9º,5, siendo la oscilación de 10º,4, siendo, pues, térmicamente moderado.

El índice de humedad de Lang alcanza en Gijón valor de 72, es decir, francamente húmedo. Además es muy lluvioso, con media anual de 1.034,9 mm. El clima de esta ciudad resulta ser del tipo templado, húmedo y moderado oceánico.—H.-P.

JULIVERT, M.: *Estudio hidrogeológico de las cuevas de Fresnedo (Teverga, Asturias)*. «Speleon», año V, núm. 4. Inst. Geol. Oviedo 1954.

Queda esta cueva en las inmediaciones de Teverga y se abre en un macizo de caliza de montaña y cerca del contacto con las capas superiores pizarrosas. La masa caliza se orienta al NNW. y da origen a la sierra de La Sobia. En el núcleo de este gran sinclinal aflora el Devónico.

El sistema de diaclasas principales que, en general, afecta al roquedo calizo, es el siguiente: uno N.-S. y otro E.-W.; el primero, con inclinación de 50º, y hasta la vertical en el segundo.

Otro sistema en aspa va de NE. a SW. y de NW. a SE. y otro con orientación hacia los 30º, con inclinación de 12º hacia los 120º.

El contacto entre calizas y pizarras está afectado por fenómenos de milonización, debidos a efectos tectónicos. Se analiza con gran detalle la geoespeleología, dándose un plano muy detallado de la cueva.

Se estudia el funcionamiento del cauce a todo régimen y el muerto o extinguido, analizando los diversos materiales que ocupan las galerías y su génesis, teniéndose en cuenta el sentido de la circulación hipogea.

Se ve bien que los cauces hipogeos a todo régimen, el muerto y el actual, corresponden a la zona húmeda, de Cvijic y semihúmeda. La evolución de esta cueva es la normal, permitiendo una leve circulación por infiltración, en algunos sumideros rellenos de aluviones que ocupan el cauce muerto.—H.-P.

GEOGRAFIA FISICA

ANDRÉ RIVIÈRE: *Intérêt sédimentologique de la mesure des radioactivités naturelles*. «C. R.», CCXLI, 964-66, 10 octubre 1955.

Pretende demostrar el autor que la determinación de la radiactividad natural de los sedimentos aporta unos datos fundamentales para los estudios sedimentológicos.

Llega a la conclusión de que, contrariamente a la opinión popular, las concentraciones de minerales radiactivos (así como de minerales pesados) dependen de fenómenos complejos y no es necesario decrezcan cuando aumentan las distancias a la zona de aportación.—L. F.

GEOLOGIA

HERNÁNDEZ-PACHECO, F. y CABAÑAS RUESGAS, F.: *Las características fisiográficas y geológicas del Guadiana entre Luciana y Puebla de Don Rodrigo*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T. L.», núm. 2. Madrid 1954.

En este trabajo se estudia un tramo del Guadiana poco conocido, en el que, amoldándose a las alineaciones hercínicas de las Hespérides, ofrece características muy interesantes respecto al conjunto de terrazas cuaternarias (están representados los cuatro niveles), el cual queda dominado por la formación de raña que a veces ocupa muy amplios espacios. También en este tramo fluvial son muy interesantes los fenómenos de epigenia, existiendo algunos meandros encajados interesantes por sus peculiares características.

En la actualidad el Guadiana se acomoda a un amplio sinclinal de pizarras ordovicienses, comprendido entre alineaciones de cuarcitas, también ordovicienses, que forman serratas paralelas y dan origen a los flancos del sinclinal.

Por el aspecto fisiográfico hay que admitir que este país estuvo en gran parte ocupado por el Oligoceno, formación que ha sido erosionada y que casi ha desaparecido, dando origen antes de ello a una masa de sedimentos que soterraba el antiguo relieve, siendo por ello el país preponderantemente llano. Restos de este oligoceno, fundamentalmente detrítico y de facies continental, existe en los alrededores de Luciana, en la confluencia del Bullaque con el Guadiana.

Este tramo fluvial es de típica ascendencia de red fluvial pliocena que por evolución normal forma hoy parte del conjunto hidrográfico de la Península.—H.-P.

CABAÑAS, R.: *Rasgos fisiográficos y geológicos del territorio del Lucus*. «Inst. Est. Africanos». Madrid 1955 (Tesis doctoral).

Se ha estudiado por Cabanás este territorio del Lucus en el occidente septentrional de Marruecos, país de rasgos peculiares y de interesantes características fisiográficas y geológicas.

Después de un análisis bibliográfico, se describe y limita la comarca estudiada, que es de relativa gran variedad, pues en ella cabe distinguir el país litoral, el intermedio y el ya francamente montañoso; la topografía, morfología, clima, vegetación y paisaje quedan bien establecidos, estudiándose a continuación los elementos morfológicos que integran con su conjunto a esta comarca.

Se analiza detenidamente la red hidrográfica y su evolución, haciendo destacar la importancia que en ella han tenido típicos fenómenos de captura que se denuncian por los peculiares rasgos que esta red ofrece, muy

particularmente en el conjunto afluente a la rama principal, o sea, el Lucus.

Al hacer el estudio climático, se relaciona éste con las características edafológicas, que son de gran interés por su variedad y muy especialmente hacia el país bajo, donde una gran zona está ocupada por típicas tierras negras, de gran producción.

Se describen seguidamente los rasgos geológicos, que son de cierta complejidad, y más al penetrar hacia el interior del país, estudio basado en gran cantidad de observaciones, sintetizadas en cortes geológicos con detalles típicos.

El país es variado por sus niveles terciarios, tanto neógenos como paleógenos, los que recubren al cretáceo, ofreciendo especialmente éste determinados niveles, con características acentuadas de flysch, que en algunas zonas se muestra con sus más puras características.

Están también representados determinados pisos del Jurásico y del Trias; éstos fundamentalmente de tipo arcillo-yesosos del Keuper.

Con cuidado se han analizado los rasgos tectónicos, relativamente complejos, y la evolución geológica.

Termina este trabajo con un capítulo dedicado a petrografía, y otro a geología aplicada.

El Sr. Cabanás inaugura con esta Memoria los estudios típicamente regionales, habiéndose ocupado de una de las comarcas más interesantes del Marruecos septentrional.—H.-P.

LINARES RODRÍGUEZ, A.: *Contribución al estudio de la sedimentación en las cordilleras béticas*. «Estudios Geológicos. Inst. Invest. Geol. «Lucas Mellada», núm. 25. Madrid 1955.

Se deduce de esta nota que, en los elementos secundarios de Sierra de Loja, valle de Alcaudique, existen depósitos de facies análoga a los encontrados por Colom en Baleares y por otros investigadores en distintas partes de Europa.

Los materiales analizados de Alcaudique, Loja, y procedentes del Nacimiento de la Cueva, revelan facies finas con *Nannoconus Colomi*, que son muy extensos en los depósitos profundos del Sur de España. Son calizas finas, sublitográficas, conteniendo algas foraminíferos y radiolarios, quizá neocomienses. En la margen izquierda del Nacimiento en calizas con Ammonites, existe una facies fina repleta de plancton de *Calpionelas*, siendo abundantes la *C. alpina* y la *C. elliptica*. Podrían ser del Titónico.

De la misma edad aparecen otros sedimentos finos con *Globochaeta alpina* y *Eothrix Alpina*, y algunos radiolarios, lo que aparece también hacia el cortijo de La Peña.

En otras zonas próximas los sedimentos contienen *Nannoconus*, que parecen corresponder a una titónica semejante al de ciertos lechos de Mallorca.

También se han encontrado en el cortijo La Peña, *Halobias*, con otros organismos de facies análoga al Dogger (Bajociense-Batoniense) de Mallorca.

Se acompaña descripciones detalladas de las láminas.—H. P.

RAMÍREZ Y RAMÍREZ, E.: *El batolito granítico de Plasenzuela (Cáceres)*. «Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. LI. Sección geológica. Madrid, 1954.

Se describe este gran batolito granítico de Plasenzuela, que ocupa relativa gran extensión en la altiplanicie trujillano-cacereña, en la que destaca esta masa granítica del resto, formado por monótono pizarral cambriano. Se arrumba en general casi de N. a S., con tendencia hacia el NNE., en concordancia con la estructura tectónica general del país. Su relieve es sencillo, pues forma parte de la amplia penillanura, sólo levemente rejuvenecida.

Estudiado en detalle este berrocal, tanto por las características de sus materiales, como por su estructura, en relación directa con la del resto del país, se deduce que forma en ella un elemento aparte.

Se analiza la hidrografía que en realidad rodea a la mancha granítica, debido a lo cual ésta ha quedado bien diferenciada.

A continuación se hace el estudio de los materiales graníticos, así como de los metamórficos, que dan origen a una zona de aureola, con rocas intrusivas que atraviesan a un conjunto de migmatitas, filadíos y pizarras metamórficas, ya de la zona ectinítica.

Se describe en detalle su tectónica, resumiéndola en un corte geológico y otros de detalle.

Al final se hace un análisis bastante detallado de los yacimientos de minerales metálicos que están en relación con este batolito, que han sido objeto de importantes explotaciones, principalmente en blendas argentíferas, cuyos filones se arrumban en general hacia el NE.

Unas conclusiones sintetizan este estudio del batolito concordante y hercínico de Plasenzuela.—H.-P.

MUNTANER DARDER, A.: *Playas tirrenienses y dunas fósiles del litoral de Paguera a Camp de Mar (Isla de Mallorca)*. «Bol. de la R. Soc. H. Nat. de Baleares», tomo I, fasc. 1, 2, 3, 4. Palma de Mallorca 1955.

Se estudia un nuevo yacimiento cuaternario, situado en el litoral de Levante, hacia el promontorio. Es Puntasot.

Se da la estratigrafía del depósito, que es arcillo-arenoso continental, con *Tudorella ferruginea*, seguido de un conglomerado con *Strombus*, y de una duna fósil.

El conjunto arcillo-arenoso rojizo es datado como pretirreniense,

alcanzando al Villafranquiense. Alzase el retazo unos 2.50 m. sobre el mar. La playa tirreniense, de conglomerados finos y muy comentados, buza ligeramente hacia el mar, y es transgresiva sobre la arcilla arenosa rojiza.

Se da una lista importante de moluscos gasterópodos fósiles de esta playa tirreniense y de algunos pelecípodos.

El nuevo yacimiento de Paguera está, pues, formado por un pretirreniense, quizá Villafranquiense, sobre el que transgresivamente vino a depositarse un cuaternario cálido con *Strombus*. No existen restos de nivel Tirrenense II.

En Cala Fornell existen dunas coetáneas a las que cubren la formación con *Strombus* de Paguera. El conjunto sale del agua pasando por el Collado de Camp de Mar, en un trayecto de dos kilómetros, y alcanzando 80 metros de altitud, descendiendo luego hacia Punta des Salinar.

En Camp de Mar los depósitos ya fueron reconocidos por Hermite, Fallot y luego por Bauza. El autor divide esta zona en tres sectores: Varadero, Solarium e Illeta, dando de ellos los pormenores de su formación, corte de la zona de Varades, que es muy complejo, y la lista de fósiles de este Tirreniense, que se adosa contra aluviones quizá Villafranquienses.—H.-P.

RUTTEN G. MARTIN: *Nota preliminar sobre la Geología de los Pirineos de la provincia de Huesca*. «Estudios Geológicos. Inst. Invest. Geol. «Lucas Mallada», núm. 25. Madrid 1955.

El Pirineo geológico propiamente dicho, termina al Sur al alcanzarse el borde Cretáceo, en el que también existe el flysch del Eoceno medio. Esta zona ofrece relieves acusados con cimas que sobrepasan los 2.500 m y que son geográficamente zona de cumbres. El flysch ofrece topografía muy áspera y se ha plegado conjuntamente con el primero mediante empujes que han actuado de N. a S.

Hacia Jaca-Sabiñánigo las margas azules dan origen a un anticlinal aparte.

Es frecuente su buzamiento hacia el Norte, así como que cabalguen sobre el flysch.

El conjunto de Ordesa, con sus diferentes capas, viene a constituir la zona alóctona, y consta ésta del flysch eoceno medio, las calizas Alveolinas del Eoceno inferior, las areniscas y conglomerado paleoceno y las areniscas calcáreas del Maastrichtiense. Esta serie es en el valle de Ordesa, donde es cortada por el Arzas, subhorizontal, constituyendo un conjunto segmento autóctono.

Tal conjunto cabalga sobre calizas azules, que podrían corresponder al Cretáceo, hacia el Puente de los Navarros.

La serie maastrichtiense es mucho más delgada de lo que se supu-

y queda situada entre 1.800-2.000 metros, alcanzando potencia de unos 400 metros.

La capa de Ordesa parece extenderse sobre un área oval de unos 10 kilómetros de longitud, por cinco de ancho. El plano de corrimiento, según el autor, se ve a lo largo del valle de Arazas.—H.-P.

GIGOUT, M., SOLÉ SABARÍS, et NURIA SOLÉ: *Sur le Quaternaire méditerranéen d'Andalousie*. «Soc. Geol. de France. C. R.», núm. 9-10. • Paris 1955.

Para ver la correlación que el Cuaternario de diversos países del Mediterráneo occidental tiene, recientemente se ha recorrido por los autores citados, el segmento costero español comprendido entre el N. de Alicante y Algeciras. Se ha tenido en cuenta los trabajos ya conocidos de Gignoux, Fallot y Günther.

En la presente nota se dan a conocer los resultados obtenidos de tal reconocimiento, comenzando por los episodios más recientes, que son, como es lógico, los mejor conservados.

Se ha recorrido un nivel Flandriense de dos metros, como acontece en Torre Vieja y Torrejón, con niveles de *Strombus bubonios*. Tal formación no está cubierta de sedimentos continentales, ni costra. Aparece también tal nivel al W. de Aguilas y en la Cala del Moral, al E. de Málaga, y otras localidades, depósitos que a veces pueden estar excavados sobre el Tyrreniense reciente. Tal nivel se encuentra también en Marruecos.

Del Tyrreniense reciente hay restos muy frecuentes. Se trata casi siempre de playas cementadas, soportando depósitos de médanos u otras formaciones continentales de tono rosado, con costras cálcicas. Alcanzan un nivel de unos cinco metros sobre el nivel del mar actual. A lo largo del segmento costero citado, los restos son muy frecuentes, Cabo Huertas, Terreros, entre Aguilas y Vera y desembocadura del Antas-Mojácar, al E. de Málaga. Estos depósitos encierran *Strombus bubonios* y no parecen los niveles estar deformados. También se encuentran en las costas marroquíes, donde alcanza 5-8 metros.

Se registran algunos depósitos de Tyrreniense antiguo, pero de características mediocres. Tal sucede en la playa de la Albufereta. Contiene tales depósitos lumaquelas que están cubiertas por derrubios continentales. Tales depósitos quedan a + 20-25 m. No se han encontrado en ellos el *Strombus bubonios*.

El Siciliense se da con duda, debido a la intensa erosión que ha sufrido el litoral, que abarca hasta los depósitos pliocenos. De todos modos, existen masas de cascajos más o menos consolidados, con señales de perforación de moluscos marinos litófagos. Parecen descansar sobre el Plioceno a + 80 m. al E. de Adra. Estas plataformas ofrecen buenos ejemplos de deformación y el relleno de abrasión está más inclinado que en los de formación actual.—H. P.

VIRGILI, C.: *L'«assise rouge intermédiaire» du Muschelkalk des chaînes cotières de Catalogne*. «Bol. Soc. Geol. de France. C. R.», número 7-8. Paris 1955.

Se describe un nivel de facies continental que aparece interstratificado en el Muschelkalk, en la cadena Costero de Cataluña. Fué ya señalado por Mallada en 1890 en Tarragona. Ahora se indica la continuidad de tal nivel a lo largo de la cadena montañosa y se define su posición dentro del Muschelkalk medio.

Se dan datos de la constitución litológica de este nivel, dominando los sedimentos terrigenos, siendo los arcillosos los más frecuentes y característicos. Se destacan también bancadas de areniscas rojas y margas calcáreas amarillentas, siendo muy frecuentes el complejo de anhídrita-yeso, que está muy desarrollado, mucho más que en los otros niveles del Triás de este país, diferenciándose ese nivel del Keuper por no contener sus areniscas restos de ofitas.

Se analiza el desarrollo lateral de tales sedimentos, que corren a lo largo de la cadena, aumentando su potencia hacia el SW., o sea, hacia la depresión ibérica, siendo en un principio tal aumento marcadísimo y luego más suave.

Se han distinguido a lo largo de la Cadena, en relación con estos sedimentos, cuatro zonas bien diferenciadas por sus rasgos litológicos.

En relación con su posición estratigráfica se indica que el muro de calizas del Muschelkalk contiene *Ceratites antecedens*; es, pues, zona inferior. Por encima de las capas intermedias rojas, las calizas ofrecen señales de *Daonella lomelii*, siendo, pues, atribuibles al Longobardiense, o sea, la base del Muschelkalk superior.

Como consecuencias paleobiológicas se hace destacar la diferencia acentuada entre las faunas del Muschelkalk superior e inferior. Las capas rojas intercaladas jugaron, pues, como un «atabique» que separó dos épocas geológicas en relación a sus faunas.—H.-P.

ULBO DE SITTER, L.: *Nota previa sobre la geología de la cuenca carbonífera del Río Pisuerga (Palencia)*. «Estudios Geológicos Inst. Invest. Geol. «Lucas Mallada», núm. 26. Madrid 1955.

Queda situada esta cuenca carbonífera en el extremo oriental de conjunto hercínico de la Cordillera Cantábrica, quedando rodeada a E. y S. por sedimentos mezoicos, fundamentalmente triásicos y cretácicos, materiales que cubren con marcada discordancia el Paleozoico. Este secundario no está afectado por una tectónica muy intensa, pero si se aprecia que algunas fallas afectan a todo el conjunto geológico primario-secundario.

El Trias rápidamente disminuye de potencia hacia el W., desapareciendo a la altura de Cervera del Pisuerga; lo mismo sucede con el Retiense y el Jurásico, de tal modo que el Cretáceo es el que finalmente se superpone directamente al Paleozoico. Los pliegues corren de E. a W. y su intensidad se suaviza rápidamente hacia el S., dando origen finalmente el Cretáceo a una amplia masa, que determina una estructura más antigua.

Hacia estas zonas vienen a confluir las dos fundamentales direcciones tectónicas: una, de E. a W., a lo largo del primario, y otra, de SW. a SE., a lo largo de la cubeta continental neogena de Castilla, las cuales convergentes hacia Cervera de Pisuerga.

Se analiza a continuación la estratigrafía, formada por un conjunto devónico, con las series de Ventanilla, serie de Polentinos y serie de San Julián, todas ellas complejas por su litología y ricas en restos fósiles que fijan bastante bien su edad.

Se analiza después el conjunto namuriense-viseense, carbonífero bien representado por pizarras algo areniscosas, con arrecifes más o menos aislados calizos, demostrando la estratigrafía del conjunto que el hiatus entre Devónico y el Carbonífero comprende gran parte del Dinantiense, pero el contacto entre ambos conjuntos es normal.

Sigue después el Wesfaliense inferior con pizarras oscuras, verdosas, con goniátites. Estos esquitos alternan con pudingas gruesas y cuarcitas que se distribuyen muy irregularmente buzando el pizarral al Norte, pizarras que soportan a masas arrecifales calizas con crynoides, braquiópodos y blastoideos. Cerca de Resoba, sobre tal Wesfaliense, descansa la serie de Curavacas, formada por potentes pudingas con alguna pizarra, conjunto que corresponde al Wesfaliense B-C.

El Wesfaliense superior consta de tres series más o menos diferenciadas: serie de Cebrián, pizarrosa; serie de Coriza, con cuatro capas de carbón entre pizarras y bancadas calizas interestratificadas; todo quizá correspondiente al Wesfaliense D. Sigue una serie caliza superior o calizas de Verdena y otra serie caliza inferior, o sea, las calizas de Celada. Entre las series calizas y más al N. existen pudingas potentes, cuya zona superior correspondería a las series de Barruelo, o sea, Estefaniense A.

Finalmente, aparece una serie Estefaniense B-C o serie de Peña Cildá, que cubre con discordancia al anterior carbonífero muy plegado. Consta de pudingas y areniscas groseras y pizarras con restos vegetales.

La estructura es extremadamente complicada, estando formada por varias unidades estructurales muy diferentes, como es la marginal entre Guardo y Cervera, arrumbada de E. a W., fallada claramente hacia el S. o con discordancia de dislocación, con una zona en escama que buza acentuadamente hacia el N., en la que se reconocen cuatro complejos, siendo el cuarto hullero. La segunda unidad estructural es la del macizo Devónico que va desde Peñas Negras hasta Lebanza. Corre

de NW. a SE. y en su zona norte se incurva al W. El borde sur lo forma la serie discordante de Peña Cildá.

La tercera unidad es el bloque devónico de San Julián y va de Verbios al valle de Santullán. Está formada por sinclinales que corren de NW. a SE. Se cubre al N. por la serie discordante de Peña Cildá y hacia el S. por el Trias.

Finalmente, la cuarta da origen a la cuenca carbonífera superior del Pisuerga, con ejes de pliegues que corren de N. a S., desviándose en el S. hacia el SE. y amoldándose a la estructura de Barruelo.

La estructura de la cuenca hullera del Pisuerga, en su sedimentación Wesfaliense-Estefaniense, se deriva de una sedimentación en una cuenca que se estaba hundiendo, quizá a lo largo de fallas normales, entre dos bloques más antiguos. Tal hecho fué seguido de compresiones de E. a W., que creó estructura arrumbada hacia el N.

En las escamas devónicas y del Viseo-Namuriense, al S. de Ventanilla, que corre de E. a W., se aprecia el cabalgamiento Viseo-Namuriense sobre el Carbonífero superior, entre Guardo y Cervera, zona donde aún el arrumbamiento es de E. a W., por lo que tal fase no es exclusivamente astúrica.

En esta zona interfieren dos direcciones antiguas, la de Asturias longitudinal y la de la Cadena Celtibérica meridional, que se repiten en las fases orogénicas posteriores, como asimismos en el conjunto cretáceo.—H.-P.

WAGNER, R. H.: *Rasgos estratigráficos-tectónicos del Paleozoico superior de Barruelo (Palencia)*. «Estudios Geológicos». Inst. Invest. Geol. «Lucas Mallada», núm. 26. Madrid, 1955.

En este trabajo se estudia con detalle esta importante zona meridional de la cordillera Cantábrica, que encierra una cuenca carbonífera no muy extensa, pero que contiene carbones de excelente calidad.

Como resumen puede indicarse que la serie paleozoica, que alcanza gran potencia, está totalmente integrada por el Devónico y Carbonífero (Emsiense-Eifeliense y Viseense superior y Namuriense, Wesfaliense y Estefaniense).

Los dos primeros conjuntos están formados por elementos terrígenos y arrecifales de facies costera, siendo una serie anómala, contemporánea de la caliza de montaña y mármol «griote» de la cordillera que es de mar más profundo. En el Wesfaliense dominan los sedimentos marinos calizos, mientras que hacia Asturias el equivalente estratigráfico contiene ricos conjuntos de carbón. La transgresión debía, pues, progresar de NW. a SE. y alcanzó, finalmente, las zonas de Barruelo en el Estefaniense, que es rico en carbón en tales parajes.

La discordancia angulosa existente en estas zonas permiten reconocer dos fases orogénicas: la Astúrica, postestefaniense A y anteeste

faniense B-C, y la Sáalica, que es postestefaniense B-C y antepermotrias.

Esta tectónica hercínica presenta muchos problemas estructurales debido a su carácter lento, siendo probable que ambas fases actuaran en la misma dirección, por lo que se superponen sus efectos.

La tectónica alpídica se ofrece muy sencilla, dando origen a anticlinales asimétricos que caen hacia el S., como puede apreciarse en el de Barruelo, en cuya charnela desmantelada aparece el Paleozoico.

Por la existencia de gran número de paquetes de muy diferente edad, con facies en general muy parecida, obliga a datarlos por separado, lo que únicamente puede hacerse teniendo en cuenta sus restos fósiles; ello explica la minuciosidad en las búsquedas de fósiles y los importantes resultados obtenidos durante los estudios llevados a cabo por el autor, que ha podido así fijar con seguridad un gran número de horizontes estratigráficos, tarea que se prosigue en la actualidad.

En relación con los braquiópodos, su estudio será objeto de una monografía especial de Van Hoeflaquen, de Leiden.

En la actualidad, y mientras se termina el estudio paleontológico y se recorren algunas zonas dentro de la comarca, se prepara un mapa de detalle a escala 1:10.000.

Se critica en este trabajo el anterior de Quiring (1939-1-42) en relación con el Paleozoico de Guardo a Orbó, y cuyos resultados, según el autor, son «en su mayor parte inconsecuentes» con los datos ahora reunidos por Wagner. Principalmente se hace resaltar que los errores están motivados por falta de base paleontológica. También, según el autor, hay errores en la interpretación de estructura, no señalándose la discordancia Astúrica, que es muy patente. Se indican otros errores que no es ahora ocasión de analizar en esta nota bibliográfica.

En relación con la flora hullera se dice que será estudiada próximamente por el Prof. Jongman mientras que los goniatítidos y braquiópodos serán analizados y descritos por la esposa del Sr. Wagner.—H.-P.

HANS CLOOS: *Diálogo con la Tierra*. Título de la edición original: *Gespräch Mit Der Erde*. Traductor: J. G. DE LLANERA. Editorial Labor, 1955, 479 págs., 48 láms. y 30 figuras.

También pudiera completarse el título de esta excelente obra con el subtítulo «el alma de un geólogo», porque es el alma de Cloos, como geólogo y como hombre, lo que nos ofrece su autor en este libro. Resulta profundamente emocionante y apasionante para un geólogo reconocer en el alma de otro, puesta al desnudo, muchas de sus emociones, de sus propias sensaciones, tan a lo vivo, que a veces llega a sentirse cierta impresión de embarazo, como de quien se asoma a zonas vedadas. Tan extraordinaria y profundamente humana es su sinceridad.

Es la trayectoria rectilínea y sin desmayos de una voluntad y una vocación férreas, de neto cuño germánico. Desde su infancia hasta su ma-

durez, nos lleva de la mano, nos hace literalmente sus acompañantes, sus amigos íntimos, nos pasea por medio mundo y nos hace vivir la Geología, el mundo todo de la Naturaleza de los países visitados. Con verbo maestro, pero con palabras inteligibles para todos, pues para todos, geólogos y no geólogos, está concebido, enumera, describe y analiza los rasgos más característicos. Continentes enteros desfilan ante nuestros sentidos, en un sólo golpe de vista, y, en un anecdotario inexhaustible, rodea de calor humano los fenómenos de una naturaleza ingente.

El lenguaje es claro y sencillo, puesto que se trata de una obra dirigida al público en general. Los conceptos geológicos se introducen de manera casi imperceptible entre las líricas descripciones, y resulta así que el lector, terminada la lectura, ha tragado, sin enterarse, la dorada píldora de un auténtico tratado divulgador de Geología.

La traducción de Gómez de Llarena hace honor, por su calidad, a la obra original.

La edición es impecable, por la calidad combinada del papel, tipo y reproducción de láminas.

Hagamos párrafo aparte para celebrar los dibujos de Cloos, verdadero artista, tanto en la concepción como en la ejecución de los bellísimos esquemas.—J. M. R.

CABANÁS, R.: *El cuaternario y los fenómenos de terrazamiento.—Datos para la Geología del Marruecos Español*. «Africa», núm. 162. Madrid, 1955.

Se describen en este trabajo un conjunto de niveles de playas levantadas del litoral atlántico de Marruecos español, así como determinados niveles de terrazas fluviales, especialmente en el valle del Lucus.

Se analizan tales formaciones y se indican algunas peculiaridades en relación con el estudio de sus sedimentos, estudios que difieren bastante en relación con los métodos seguidos para las investigaciones de otras formaciones sedimentarias.

Se fijan los niveles de terrazas fluviales más frecuentes, así como su altitud relativa, habiendo reconocido Cabanás, los cuatro que caracterizan al cuaternario, si bien el nivel más alto suele faltar por haberse destruido por lo general.

En relación con los niveles de playas levantadas, sólo se ha reconocido el nivel de los 25-28 m. Sin duda los inferiores desaparecieron en el cuaternario reciente por ser estas costas muy violentamente erosionadas.—H.-P.

CUERDA BARCELÓ, J. y MUNTANER DARDER, A.: *Nota sobre las playas cuaternarias con Strombus del Levante de la bahía de Palma*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», julio-septiembre, 1954.

Se trata de una nota resumen de los estudios que vienen haciendo los autores de las playas cuaternarias de la Bahía de Palma, abarcando el sector costero comprendido entre Cala Partitxol y las cercanías del Cabo Endorrocot.

Las playas levantadas en tal paraje dan origen a dos niveles marinos principales, escalonados a 4 y a 2 m. de altitud sobre el nivel del medio del Mediterráneo, siendo, como es lógico, más antiguo el nivel superior.

Se da la estratigrafía de detalle de estas playas en la que destaca un nivel de base que parece representar una formación de médanos.

Los yacimientos estudiados son los de Molinar, Call d'en Rebassa, del que se describen diferentes niveles dándose la fauna de cada uno de ellos de Can Pastilla, El Arenal y Endorrocot.

A continuación se da una gran lista (105) especies marinas, de las cuales 70 no habían sido señaladas, siendo cuatro muy características.

La mayoría viven hoy en el Mediterráneo. Sigue una descripción de las especies más características que son *Mytilus* (*Hormomya*), *senegalensis*, *Reeve*; *Cardita senegalensis* *Reeve*; *Conus Testudinarius*; *Martini*; y *Tritonidae* (*Can tharus*) *viverrata*, *Kiener*.

El nivel superior contiene fauna Tirreniense y pudiera representar la terraza baja de tal nivel (15 m.) denominada también Grimaldiense.

La terraza de los 2 m. corresponde al Grimaldiense, estando todos los yacimientos comprendidos en un interglaciar (Riniense-Wurmiense.—H.-P.

SOLÉ SABARÍS, L. y RIBA, O.: *Evolución del borde NE de la Meseta española durante el Terciario*. «Cong. Geol. Inst. C. R. XIX. Ses.», Section XIII. Fasc. XIII. Alger 1954.

Del estudio llevado a cabo y expuesto por los autores se deduce que el borde nordeste de la Meseta evolucionó como un parageosinclinal, a lo largo del Mesozoico y el Paleogeno, siendo la cobertera de tal conjunto plegada durante la orogenia alpina, pero formando parte de la estructura el zócalo paleozoico que determinó un gran pliegue de fondo.

Entre esta zona profunda del zócalo y la cobertera se originaron despegues de relativa importancia debidos muy fundamentalmente a los niveles plásticos del Keuper. La cordillera así originada ofrece estilo germánico o jurásico, según el espesor de los materiales que la constituyen, presentando además estructura bilateral, con vergencias contrarias, bien

hacia la Meseta o hacia la depresión del Ebro, zonas separadas por un conjunto longitudinal de pliegues laxos.

La fase orogénica paroximal es postoligocena y antivindoboniense, pero ya en el cretáceo final se inician los movimientos de emergencia que se prosiguen hasta el Mioceno.

El relieve orogénico afectado por ciclos de erosión diferencial aparece en gran parte fosilizado por sedimentos vindobonienses. Sólo escaparon a tal hecho los macizos más elevados, con núcleo paleozoico y con dominio de resistentes cuarcitas.

Sobre el nivel de base elevado al terminar el Mioceno, se desarrolló una penillanura pontiense que quedó fosilizada en parte por sedimentos de tal edad. En tal penillanura destacan algunos «cerros islas».

En el Plioceno tal penillanura se deformó, siendo el relieve actual del país debido a tal hecho que acontece fundamentalmente en el post-pontiense. Existen algunas fallas que, datando de épocas anteriores, remitieron entonces.

Estas deformaciones del borde de la Meseta suelen ser monosinclinales, cayendo bruscamente hacia el Ebro. En el sector occidental tal fenómeno pasa a falla. Tales movimientos ofrecen intensidad variada según las zonas.

La penillanura así deformada fué atacada por fenómenos de piedemont villafranquienses que la cortan mediante un ángulo de no gran valor, y hacia el interior, donde la estabilidad fué mayor, la penillanurización es poligénica.—H.-P.

LEONARDI, P.: *Breve sintesi geologica delle Dolomiti Occidentali*. «Publ. della Soc. eol. Italiana, LVIII Riun.», Roma, 1955.

Se trata de una preciosa monografía geológica sobre los Alpes dolomíticos occidentales, realizada por el Prof. Leonardi, de la Universidad de Ferrara, con ocasión de la 58ª Reunión de la Sociedad Geológica Italiana, con cuyo motivo se ha realizado el pasado mes de septiembre una interesantísima excursión geológica, en la que tomaron parte, además de numerosos geólogos italianos, buen número de extranjeros, en su mayoría invitados especialmente a la reunión.

Esta región está formada fundamentalmente por una serie permiana triásica muy potente y rica en fósiles (sobre todo el Werfeniense), sobre la que descansan tobas volcánicas formadas por erupciones (muchas veces submarinas) de tipo explosivo. Sobre este basamento, que formaba el fondo marino durante el Triás medio, se desarrollaron potentes formaciones de arrecifes y escolleras, a base de Coralarios y Algas calcáreas (*Diploprora*), que transformadas en masas imponentes de Dolomías dan la nota característica al paisaje de toda esta región, que, sin duda, es una de las más bellas de los Alpes.

Desde el punto de vista tectónico, la región corresponde a una típica «región de plegamiento»: una sucesión de pliegues orientados de SO a NE, en general inclinados o vueltos hacia el Sur. Son frecuentes los pliegues-fallas y los corrimientos, que originan líneas de dislocación de importancia regional. Son frecuentes los fenómenos de tectónica selectiva, entre los diversos materiales que componen la serie estratigráfica.

La monografía va acompañada de numerosos perfiles estratigráficos y mapas esquemáticos, además de un magnífico mapa geológico a todo color a escala 1:100.000 y 38 láminas en couché con fotografías muy bien seleccionadas, muchas de ellas a todo color.—B. M.

GEONUCLEONICA

C. PATTERSON, G. TILTON y M. INGRAM: *Age of the earth*. «Science», CXXI, 69 á 75. 21 enero, 1955.

Describen un nuevo método para valorar la edad de la tierra, consistente en calcular la edad para la relación Pb^{207}/Pb^{206} , fundado en las diferencias entre la comparación isotópica de un plomo reciente aislado en la superficie de la tierra en un lugar con concentraciones apreciables de uranio y la de un plomo aislado de un siderito que contenga cantidades insignificantes de uranio.—L. F.

TRUMAN P. KHOMAN y NOBUFUSA SAITO: *Radioactivity in Geology and Cosmology*. «Ann Rev. Nuclear Sci.», IV, 401 á 62, 1955.

Hacen una serie de consideraciones sobre las derivaciones de la radiactividad natural a la geología y la cosmología basadas en la interpretación de lo publicado sobre este tema de 1951 á 1954. En el examen de 592 artículos, basan sus discusiones sobre la existencia natural de radionuclidos, radiactividad y medida del tiempo geológico, la naturaleza del calor radiogénico terrestre y la relación entre la radiactividad y la historia cósmica.—L. F.

HENRY FAUL: *Nuclear Geology. A symposium on nuclear phenomena in the earth sciences*. ed. New York, «John Wiley and Sons Inc.», 414 p., 1954.

Se da una introducción a la física nuclear y una descripción de los instrumentos y las técnicas para detectar y medir la radiación. Discute la existencia de elementos radiactivos en rocas y océanos y estudia los efectos físicos, químicos y térmicos de la radiactividad. Expone los

métodos de prospección geofísica de elementos radiactivos y las técnicas de valoración de edades. Ultima con la aplicación a problemas geológicos y discute el origen de la tierra.—L. F.

S-ARAH DEUTSCH, D. HIRSCHBERG y E. PICCIOTTO: *Measure des âges géologiques par les halos pléochroïques*. «Experientia», XI, 172 á 78, 1955.

Los dos valores necesarios para deducir la edad los determinan de la siguiente manera: El ennegrecimiento de las aureolas por un fotómetro registrador de los utilizados corrientemente en espectroquímica. La actividad α por impresiones en emulsión fotográfica.

Efectuaron una serie de determinaciones con rocas de edad conocida y llegan a la conclusión que de momento se pueden separar fácilmente las rocas terciarias de las primarias.—L. F.

WASSERBURG, G. J. y HAYDEN, R. J.: *$^{140}\text{-K}^{40}$ dating*. «Geoch. et Cosmoch. Acta», VII, 51 a 60, 1955.

Determinan en varios feldespatos potásicos y uraninitas coexistentes la edad por la relación Pb/U y la relación A^{40}/K^{40} . Para las muestras que tienen edades de 200 a 1860 m. de a. deducen la relación $\lambda e/\lambda \beta = 0.085 \pm 0.005$ y $\lambda = 0.55 \times 10^{-9} a^{-1}$. No encuentran señales que evidencien la difusión del argón en los feldespatos potásicos.

Según nuestra opinión, el valor dado a la relación A^{40}/K^{40} es francamente bajo.—L. F.

G. W. WETHERILL, L. T. ALDRICH y G. L. DAVIS: *A^{40}/K^{40} ratios of feldspars and micas from the same rock*. «Geoch. et Cosmoch. Acta», VIII, 171-72, septiembre 1955.

Han determinado la relación A^{40}/K^{40} en los feldespatos y en las micas de la misma roca de siete procedencias geológicas. En todos los casos los valores de la relación son superiores para las micas que para los feldespatos.

A los autores les parece probable que sea mejor la edad de la roca deducida por la mica que la establecida para el feldespato.

Suponen que estas diferencias son producidas porque el feldespato no retiene el argón como la mica y que el valor deducido para los feldespatos de 0.085 para la relación de ambas emisiones es probablemente demasiado bajo.—L. F.

H. A. SHILLIBEER y R. D. RUSSELL: *The argon-40 content of the atmosphere and the age of the earth*. «Geoch. et Cosmoch. Acta», VIII, 16-21, agosto 1955.

Calculan una edad de la tierra, basándose en el argon-40 contenido en la atmósfera terrestre, aplicando la teoría de que los continentes se formaron por la aportación de material volcánico profundo durante los tiempos geológicos. Al suponer que la tierra tiene una edad de 5.300 m. de a., llegan a la conclusión de que todo el A⁴⁰ atmosférico procede de la evolución del K⁴⁰ cortical. Estos valores, dicen, son concordantes con los deducidos por otros autores para edades de la tierra y del universo. Concluyen con que sus afirmaciones son una explicación razonable para el origen del argon.—L. F.

LOUIS H. AHRENS: *Oldest Rocks Exposed*. «Geol. Soc. America», número 62, 155-68, 1925.

Muchas técnicas radiactivas combinadas confirman plenamente que las pegmatitas de Rhodesia Meridional y del Sureste de Manitoba son de mucha edad y ambas del mismo orden.

Concreciones calizas de Rodesia Meridional son tan viejas como las pegmatitas datadas, lo que permite sugerir para los fósiles correspondientes una edad de 2.700 m. de a.

La magnitud de edad para las rocas más viejas, aunque algo más jóvenes, es similar a las valoraciones más recientes de edad de la tierra, meteoritos, elementos y universo.—L. F.

P. RESSBUK y K. I. MAYNE: *The ages and origin of meteorites*. «Nature», CLXXV, 186-88. 30 julio 1955.

El inconveniente de la determinación de la edad de los meteoritos por la técnica del He radica en que al He radiogénico se le puede añadir el cosmogénico, y así tenemos, en la parte pétreo del Akabar y del Brenham Township, que las relaciones He³/He⁴ % por 6,3 y 1,0. Además existe la posibilidad de pérdida de He por difusión y por las fisuras, principalmente en los sideritos.

Considera aceptable la edad de 4.500 m. de a. para los petrolitos como fase más vieja de los meteoritos, y que la fase joven o sideritos puede ser de hasta 500 m. de a., lo que es una manifestación de la evolución planetaria, e incluso formadas en el interior de un cuerpo grande por calentamiento radiactivo.—L. F.

GEORGE R. TILTON, CLAIRE PATTERSON, HARRISON BROWN, MARK INGHAN, RICHARD HAYDEN, DAVID HESS y ESPER LARSEN: *The isotopic composition and distribution of lead, uranium, and thorium in a pre-cambrian granite*. «A. E. C. U.», núm. 2.840, 27 págs. 25 junio 1954.

Determinan las composiciones isotópicas y concentraciones de uranio y plomo de algunos minerales independientes del granito del municipio de Monmouth, Haliburton Co, Ontario. Describen las técnicas y de espectrometría de masas. Determinan como edad del circon del granito 1.050 m. de a. Grandes proporciones del contenido en plomo, uranio y torio se extraen. Presentan una comparación de las proporciones observadas de uranio, torio y plomo en cada sistema de minerales. Se discuten las interpretaciones referentes al plomo contenido en los minerales.—L. F.

GEOQUIMICA

A. E. RINGWOOD: *The principles governing trace-element behaviour during magmatic crystallization*. «Geochemica et Cosmochimica Acta», 1955, vol. 7, págs. 242 a 254.

Forman en el magma complejos con oxígeno e hidróxido los iones con cuatro o más cargas, y también algunos iones trivalentes. Es necesario estudiar las propiedades de los complejos, así como las de los iones individuales y su comportamiento. En la mayor parte de los casos los complejos no son realmente aceptados como silicatos, y, por lo tanto, son enriquecidos en los magmas residuales, accidentalmente conseguidos con una concentración que es suficiente para precipitarlos en la forma de minerales primarios. Esto ocurre frecuentemente en el estado pegmatítico de diferenciación.

Discute la influencia de volátiles (en la forma de iones de (OH)⁻¹ y F⁻¹) en elemento con pequeñísimas concentraciones, desde el punto de vista de la constitución de silicatos fundidos. Un magma originario puede poseer un contenido inicial alto de volátiles si los elementos escasos pueden ser concentrados en los derivados pegmatíticos del magma aludido. El efecto de los volátiles es aumentar la solubilidad de los minerales accesorios y, por ello, evitar la cristalización y separación fácil de los elementos escasos bajo la forma de minerales accesorios.

Se encuentran generalmente en los primeros cristales del magma el Ni²⁺, V³⁺, W³⁺ y Sc³⁺. Pero en la coexistencia de un porcentaje elevado de estos iones volátiles pueden formarse complejos y producir concentraciones de alguna consideración en los magmas residuales.—L. F.

IRVING A. BREGER y JAMES M. SCHOPF: *Germanium and uranium in coalified wood from upper Devonian black shale*. «*Geochimica et Cosmochimica Acta*», 1955, vol. 7, págs. 287 a 293.

El estudio al microscopio de los productos carbonosos vítreos negros procedentes de las pizarras de Chattanooga, en Tennessee, y del Cleveland de Ohio han revelado tejidos carbonificados. Algunas muestras tienen detalles suficientes para identificar el género Callixylen. Materiales similares se mencionan en las publicaciones como bituminosos o asfálticos.

Los análisis espectrográficos de las cenizas de madera carbonizada han mostrado unas porciones superiores a las normales de germanio, vanadio y níquel. De la relación inversa entre uranio y germanio en la ceniza y el contenido en ceniza de varias muestras se deduce una asociación de estos elementos con los componentes orgánicos de carbón.

Basándose en consideraciones geoquímicas, parece lo más probable que la madera o maderas carbonizadas fueron soportes del germanio en el tiempo en que los leños o fragmentos de madera estuvieran flotando en las cuencas de deposición de los esquistos de Chattanooga y Cleveland de Ohio. Dentro del ambiente marino, los materiales absorben probablemente uranio, con la formación de compuestos uranio-orgánicos tales como los existentes en los carbones.

Sugieren la posibilidad de que sea remuneradora una investigación sistemática de carbones con germanio en las zonas indicadas.—L. F.

RICHARD G. BADER: *Carbon and nitrogen relations in surface and subsurface marine sediments*. «*Geochimica et Cosmochimica Acta*», 1955, vol. 7, págs. 205 a 211.

Las cantidades de carbono y nitrógeno contenidas en los sedimentos marinos están asociadas con procesos tales como velocidades de sedimentación y aspectos ambientales de deposición y diagénesis. La distribución de estos elementos puede ser útil para reconstruir medios ambientales anteriores. Resulta por ello de gran interés la determinación en los materiales sedimentarios de la relación C/N.

Examina la relación logarítmica de C/N en 65 muestras de sedimentos marinos cercanos a la costa, ambos superficiales o subsuperficiales. Se comparan los resultados tomando datos de diversas procedencias. La relación C/N es aproximadamente una función logarítmica lineal. Para ambos sedimentos, superficiales o subsuperficiales, la relación C/N aumenta o decrece con el contenido en materia orgánica. Las pendientes de esta línea varían de 0,9 a la vertical. Sedimentos obtenidos de un fiordo de Maine indican que la asociación carbono-nitrógeno tiene pequeñas diferencias en muestras superficiales o subsuperficiales. Los materiales orgánicos y la descomposición orgánica del medio es el primer factor signifi-

ficativo en las pérdidas de carbono y nitrógeno. Varía considerablemente la relación C/N en los sedimentos marinos, y cada área debe ser considerada como una entidad simple.—L. F.

JULIAN R. GOLDSMITH, DONALD L. GRAF y OIVA I. JOENSUU: *The occurrence of magnesian calcites in nature*. «*Geochimica et Cosmochimica Acta*», 1955, vol. 7, págs. 212 a 230.

Estudian la correlación del grupo espacial deducido por rayos X y la sustitución del Mg en la calcita, ayudados por los correspondientes análisis espectroquímicos. El Mg en las calcitas magnesianas naturales está relacionado con el P_{CO_2} , relaciones T en el sistema CaO-MgO-CO₂. Calcitas sedimentarias y otras de baja temperatura muestran ser muy bajas en Mg, con la excepción de ciertos materiales metaestables. Los carbonatos metamórficos contenidos comúnmente en la dolomita asociada con la calcita contienen en solución sólida proporciones significativas de Mg CO₃. Contenidos de Mg CO₃ encima de ~ 9 mol por ciento los han observado en rocas de facies granulítica y en predazzitas del Tirol, correspondientes a una temperatura mínima de equilibrio de 600° C. Basadas en el estudio óptico y de rayos X, consideran como exsoluciones texturales los nódulos de dolomita con sencillos granos de calcita de algunos carbonatos metamórficos.

Los contenidos bajos en Mg de las calcitas que en otro tiempo estuvieron sometidas a temperaturas elevadas pueden ser consecuencia de factores tales como exolución durante el enfriamiento; una presión de CO₂ insuficiente para mantener significativamente el Mg en solución sólida; proceso retrógrado postmetamórfico, incluyendo acción hidrotermal, y disgregación a temperaturas bajas; un medio pobre en Mg.—L. F.

R. LE CAIGNE: *Geochimie et prospection minière*. Rap. «C. E. A.», número 345, 31 págs., 1954.

Los métodos geoquímicos de prospección ayudan al geólogo en el descubrimiento de los criaderos. Ciertos criaderos, incluso cuando están recubiertos por formaciones superficiales espesas, crean en sus inmediaciones zonas en las que varía notablemente la ley infinitesimal de determinados elementos en el suelo y en las aguas. Estas «anomalías» son contemporáneas a la formación del criadero (dispersión primaria) o posteriores (dispersión secundaria). Los factores que influyen en estas anomalías son: estabilidad del mineral, homogeneidad del suelo, régimen de las aguas, topografía, vegetación, etc.

La geoquímica aplicada se ocupa de la interpretación de las anomalías y de las técnicas de análisis de trazas de elementos. En el informe reseñado se dan orientaciones para la toma de muestras.—L. F.

EDWARD D. GOLDBERG y E. PICCIOTTO: *Thorium determinations in manganese nodules*. «Science», CXXI, núm. 1.147, págs 613 y 614. 22 abril 1955.

El objeto del estudio es aclarar si existe un proceso de precipitación, pues anteriormente había comprobado Mattheus el enriquecimiento a 49 p.p.m. en Th de los nódulos de manganeso en relación a las arcillas pelágicas de 5 p.p.m.

Describen el método seguido para el análisis y entre los que tabulan figura un nódulo con una riqueza en torio de 124 p.p.m.—L. F.

STURE LANDEGREEN: *A note on the isotope ratio C^{12}/C^{13} in metamorphosed alum shale*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», VII, 240 y 241. Junio 1955.

Ha determinado la relación C^{12}/C^{13} en esquistos con alumbre de diversas localidades de Escandinavia, las cuales estuvieron sometidas a un metaformismo termal y llegó a la conclusión de que no fué afectada la relación isotópica.—L. F.

P. M. JEFFERY, W. COMPSTON, D. GREENHALGH y J. DE LAETER: *On the carbon-13 abundance of limestones and coals*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», VII, 255 á 286, 1955.

Han determinado la composición isotópica del carbono de urea de un centenar de muestras de calizas y carbones de origen australiano. Se discuten los procesos deposicionales, diagenéticos y postdeposicionales que puedan dar lugar a variaciones en la composición isotópica del carbono. Se demuestra que las variaciones observadas no son debidas enteramente a variaciones en el ambiente deposicional en las calizas y posiblemente tampoco lo son enteramente a las deficiencias originadas en los biotipos de la vegetación en los carbones. Estas variaciones anormales pueden asignarse solamente a cambios en la composición isotópica de la hidrosfera y atmósfera de un momento a otro. Sugieren como causa fundamental de estas variaciones el diastrofismo con cambio en el ciclo del carbono en la litosfera. Esto puede implicar un definido «efecto de edad».—L. F.

LABOREO

H. JAMMET y J. PRADEL: *Le problème du radon dans les mines d'uranium*. «C. E. A.», núm. 396, 1955.

Una de las principales dificultades de la minería del uranio consiste en el peligro del radon, dado que el máximo tolerable es de 10^{-10} c/l de

aire. Además, el minero está sometido a las radiaciones del mineral y respira polvo de uranio.

Por este motivo los servicios mineros tienen organizada la lucha contra el radon, para lo cual se ha de reducir al máximo su desplazamiento y facilitar en todo momento su evacuación.

El empleo de unas medidas adecuadas puede reducir la proporción en Rn a la centésima parte; pero si este límite mínimo no es tolerable pasará de la técnica anterior, que denominan protección colectiva, a la individual, como alimentación con aire puro, casetas, etc.—L. F.

LABOREO DE MINAS.

CADUVAL: *Dosage du radon dans les mines d'uranium par la méthode de prelevement sur charbon*. «Jour. de Phys. et de Rad.», XVI, 479-82, junio 1955.

La tolerancia admitida de radon es de 10^{11} c/l en el aire respirado; o sea, 10^{-8} cm³. En el aire normal es solamente de 10^{10} cm³, pero en las minas de uranio se tiene el peligro de que sea ampliamente pasado.

Se necesita para la valoración en las minas una técnica que sea de fácil empleo. La autora prefiere la adsorción del radon sobre carbón activo. Se valoran por medio de un contador Geiger los rayos β^- emitidos por el RaC del carbón activo. Los volúmenes de aire varían de 10 a 200 l. El límite de sensibilidad es de 10^{-12} c/l. La precisión del orden, de 7 %. La toma de muestras se efectúa en 5 m. El peso de la parte portátil es de 2 Kg., y la autonomía de 15 h.—L. F.

NUCLEONICA

L. H. AIRENS: *The convergent lead ages of the oldest monazites and uraninites (Rhodesia, Manitoba, Madagascar and Transvaal)*. «Geochimica et Cosmochimica Acta», 1955, vol. 7, págs. 294 a 300.

Deduce la edad de tres muestras de monacita de Rhodesia por las técnicas del plomo ($206/238$, $207/235$, $208/232$ y $207/206$). Lleg a que existe una pérdida evidente de plomo; que con su estudio se puede deducir una edad más precisa—«edad convergente». La edad convergente de cada monacita de Rhodesia se valora como 2.680 m. de a. Tienen edades convergentes similares, deducidas por técnicas del plomo, la monacita de Antsirabe, Madagascar; la uraninita de Hurom-Clain, al SE. de Manitoba, y la de Klerksdorp, Transvaal. Las edades convergentes de las muestras más antiguas son aproximadamente mayores en 50-700 m. de a. que los valores previamente deducidos.

De estos estudios se pueden inducir las circunstancias físicas y químicas que han causado las pérdidas del plomo.—L. F.

HARRIS B. LEVY e I. PERLMAN: *Long-Lived Isomer of RaE (Bi²¹⁰)*. «Phys. Rev», NCIV, 152 á 155. 1 abril, 1955.

La masa asignada primeramente a un bismuto de actividad α y semiperiodo elevado fué 210, la que se confirmó después por una separación electromagnética de masas. Este semiperiodo se valora en 2.6×10^6 a. Se ha redeterminado la energía de la desintegración α del Bi²¹⁰ (largo) como de $5,031 + 0,020$ Mev. La rama β^- del Bi²¹⁰ que conduce al Po²¹⁰ se calcula $1/2 T_0$, con un periodo de 7.0×10^8 a. Una infructuosa investigación han hecho para el Bi²¹⁰ (largo), como producto descendiente del RaD (Pb²¹⁰), resultando el límite inferior de 2×10^7 a para la desintegración del Ra D hacia este isómero. También se da un límite superior de 1.4×10^8 a para el semiperiodo de transición del RaE al Bi²¹⁰ (largo).—L. F.

RICHARD A. GLASS, STANLEY G. THOMPSON y GLEN T. SEABORG: *Nuclear thermodynamics of the heaviest elements*. «J. Inorg. and Nuclear Chemistry», I, 3 á 44, 1955.

Han hecho un estudio de la desintegración radiactiva de los elementos pesados con desintegración alfa, con la idea de aplicar estos datos al cálculo de las masas isotópicas de los nuclidos transuranidos. El estudio incluye una interpretación de estos resultados, relacionados con la estabilidad nuclear, juntamente con varias sistemáticas nucleares tipo, para la predicción de las propiedades nucleares de desintegración.

Presentan las consideraciones sobre energías de desintegración en relación con el cálculo de masas bajo la forma de ciclos cerrados de energía de desintegración, sistemáticas de energía de desintegración alfa y beta. Calculan las masas relativas desde las energías de desintegración y varias medidas de energías neutrónicas de enlace entre los isótopos de plomo. Estas masas las determinan en valores absolutos cuando la masa del Pb²⁰⁸ se iguala al valor medido con el espectrógrafo de masas. Una vez que son conocidas todas las masas de los nuclidos pesados, es posible construir las superficies energéticas correspondiente a esta región y estudiar las energéticas como un conjunto. Lo último se da en términos de sistemáticos de energía de enlaces neutrón y protón y de los parámetros de la ecuación semiempírica de masas Bhor-Wheeler. Aplicaciones adicionales de datos de masas para el cálculo de pesos atómicos y balances de energía de reacciones nucleares inducidas.

Ultiman el trabajo con sistemáticas, en que predicen propiedades nucleares, de α , β y semiperiodos de escisión espontánea.

Efectúan predicciones de isótopos, de estabilidad β desde el Po al 103, así como energías y semiperiodos para ciertos isótopos relacionados desconocidos.—L. F.

D. DIXON, A. MCNAIR y S. C. CURRON: *Radiactivité naturelle du lutétium, du rhénium et de l'osmium*. «Jour. de Phys. et de Rad.», XVI, 538-40, julio 1955.

Encuentran en el Lu¹⁷⁶ las siguiente emisiones: β^- con energía máxima 425 ± 15 KeV y periodo de semidesintegración $4,56 \pm 0,3 \cdot 10^{10}$ a. L asociada con un periodo de semidesintegración de $1,5 \times 10^{12}$ a. y γ de dos clases con energías de 300 ± 10 KeV y 190 ± 10 KeV.

Referente a las discutidas actividades del Re¹⁸⁷ y Os¹⁸⁷, llegan a que el periodo de semidesintegración del Re¹⁸⁷ es menor de 10^{16} a., al menos que la energía de la radiación β^- sea menor de 1 KeV. En las investigaciones del osmio llegan a la conclusión de que si hay captura electrónica por el Os¹⁸⁷ el periodo de semidesintegración es superior a 10^{15} a.—L. F.

GEORGE EDWARDS: *Isotopic composition of meteoritic Hydrogen*. «Nature», CLXXVI, 109-11, 16 julio 1955.

La importancia de la relación D/P en los meteoritos es el poderla dar en el momento de formarse el sistema planetario. El incremento de D lo da por la fórmula

$$\delta D \% = \frac{D/H \text{ muestra} - D/H \text{ patrón}}{D/H \text{ muestra}} \times 100$$

siendo la relación del patrón de hidrógeno del lago Michigán D/H = 1,6.500.

Promedio 13 meteoritos parte metálica	$\delta = -8,6$
— 5 — — — — — restante	$\delta = -13,7$

Así como estos resultados son bastante concordantes dentro de cada grupo, en el caso de la condritas (meteoritos que contienen carbono libre y materia orgánica) no lo son, y varían, según los análisis de Boato, de 35.0 % para Ivuna a -13 % Bokkeveld. Esto parece indicar un origen común del H de los sideritos, o sea, que al formarse el agua primitiva había menos D que ahora. Algo parecido ocurre con el agua de los silicatos.—L. F.

SEYMOUR KATCOFF: *Radiations from long-lived Tc(98)**. «Phys. Rev.» IC, 1618-19, 1 septiembre 1955.

El autor identifica una emisión β en un tecnecio aislado de un Rt bombardeado con ($\sim 2 \times 10^{21}$ n/cm²).

Parece estimarse el período de semidesintegración en 10^4 a, por lo cual se puede asignar a este núcleo el Tc identificado en algunas estrellas, pero no parece natural exista originario por ser corto el período de semidesintegración.—L. F.

A. McNAIR, R. N. GLOVER y H. W. WILSON: K^{40} Branching ratio. «Phys. Rev.», IC, 771, 1 agosto 1955.

La relación de las emisiones naturales del K^{40} las determinan los autores por dos métodos con contadores, y deducen 0.124 ± 0.002 y 0.121 ± 0.004 , valores que son concordantes con los deducidos anteriormente, pero superiores al valor 0.09 deducido por técnicas geológicas. L. F.

PALEONTOLOGIA

CRUSAFONT, M., VILLALTA, J. F. DE, Y TRUYOLS, J.: *El Burdigaliense continental de la cuenca del Vallés-Penedés*. «Mem. Inst. Geol. Diput. Prov. de Barcelona», tomo XII. Barcelona, 1955.

El Burdigaliense, que estratigráficamente corresponde al Mioceno inferior, forma la base de la serie sedimentaria que rellena la depresión Prelitoral Catalana, con buzamiento general al Norte, aflorando en la margen derecha del Río Llobregat y a lo largo de su afluente por la margen izquierda, el Anoia, hasta San Sadurn.

Hay una parte dedicada al estudio estratigráfico detallado de la formación, a cargo de los Srs. Crusafont y Truyols, en la que se estudian numerosos cortes a través de la formación. Llegan a la conclusión de que estos depósitos se originaron en una cuenca fluvio-lacustre, que ocupaba la actual área del Llobregat, formándose grandes espesores de materiales rojos muy característicos.

La parte principal del trabajo la constituye el minucioso estudio paleontológico llevado a cabo por los Dres. Crusafont y Villalta sobre los restos de mamíferos fósiles hallados en esta formación, y que han permitido asignarla precisamente al Burdigaliense. La descripción comprende: dos especies de roedores, 10 de carnívoros, 4 roedores, 5 lagomorfos, otros 5 perisodáctilos, 18 artiodáctilos y 3 proboscídeos.

La fauna estudiada indica, para los niveles inferiores (formación roja), la existencia de zonas montañosas cubiertas de bosque, con vegetación exuberante que alternaba con zonas desforestadas, y en las llanuras, otras zonas de aguas evaporantes. Los niveles superiores, más margosos, en los que se han encontrado restos de cocodrilos, deben corresponder a clima más húmedo, con aumento de la superficie cubierta de bosque.

Sigue luego un análisis bioestadístico, comparando los niveles inferiores

res con los superiores, en los que se marca un notable aumento de los artiodáctilos y disminución de los roedores y lagomorfos, apareciendo en cambio, los insectívoros inexistentes (o por lo menos no hallados hasta ahora) en los niveles inferiores.

La formación, en su conjunto, arroja en su fauna un marcado predominio de elementos nuevos (48,58 %) y modernos (28,25 %); está caracterizada por numerosas formas (17,51 %), y, en cambio, son escasos los elementos arcaicos que no llegan al 6 %.

En unos apéndices adicionales, se estudian algunos restos de ave (1 especie), reptiles (2 saurios, 2 ofidios, 1 cocodrilo y 3 quelonios), moluscos continentales (numerosas especies de gasterópodos) y flora (1 ejemplar de *Sabal major*).

El trabajo contiene, además, una amplia bibliografía, estando documentado con numerosas figuras intercaladas en el texto, dos mapas geológicos y once láminas en couché, donde aparecen reproducciones de casi todos los fósiles estudiados.—B. M.

ACCORDI, B.: *Stratigrafia e Paleontologia delle formazioni oligo-miocene niche del Trevigiano Orientale*. «Mem. Istit. Geol. e Min. dell'Università di Padova», vol. XIX. Padua, 1955.

El presente estudio contiene una serie de investigaciones estratigráficas y paleontológicas sobre las formaciones terciarias de la región oriental del Trevigio (Italia).

La parte principal de la Memoria la constituye la descripción de la rica fauna fósil hallada por el autor, la cual le ha permitido determinar las formaciones estratigráficas muy detalladas. Se describen, y figuran con magníficas fotografías en cinco láminas tamaño folio, 84 especies y variedades de fósiles, de las que la mayor parte corresponden a Lamelibranchios (2 formas), estando también representados los Gasterópodos (18 formas) y los Equinidos (7 especies).

Este estudio paleontológico le ha permitido distribuir las faunas por niveles, desde el Latorfiense al Tortonienre.

Son interesantes las conclusiones obtenidas, especialmente el análisis de las diversas condiciones batimétricas entre la margen oriental y occidental de la cuenca terciaria estudiada, y las observaciones ecológicas y paleobiológicas.

El autor ha descubierto un nuevo afloramiento con *Nummulites*, de edad oligoceno-media, y ha podido determinar con exactitud el nivel de transición del Oligoceno al Mioceno, problema siempre difícil, para el que la mayoría de las veces hay que recurrir a análisis estadísticos de las faunas halladas.

En conjunto, esta cuenca oligoceno-miocena, representa un ciclo sedimentario dividido en dos fases que se relacionan entre sí por una regi-

sión marina que casi llegó a estabilizar un régimen continental, en el tránsito del Oligoceno al Mioceno. La sedimentación termina en el Poniense, con el depósito de conglomerados.—B. M.

CRUSAFONT, M. y VILLALBA, J. F.: *Sobre la verdadera situación sistemática del género *Almogaver**. «Estudios Geológicos», núm. 26. Madrid, 1957.

Los autores de esta nota publicaron el año pasado un interesante trabajo dando a conocer el hallazgo de una mandíbula fósil de mamífero, hallada cerca de Tremp (Lérida), y que provisionalmente colocaron entre los Primates, a pesar de haber sido hallada en el Eoceno, y a pesar de los caracteres tan «evolucionados» que presentaba, por los que se aproximaba incluso a los Antropomorfos. (Véase la nota bibliográfica publicada en el número 35 de *Notas y Comunicaciones*, pág. 139, correspondiente el año 1954.)

Posteriormente, un estudio comparativo del fósil, que ha sido posible gracias a los envíos hechos desde el extranjero con este objeto, especialmente con los géneros *Phenacodus* y *Tetracladon*, ambos correspondientes a los *Fenacodóntidos*, ha permitido identificar el fósil definitivamente como perteneciente a esta misma familia, aunque con características muy notables, que aconsejan mantener el nuevo género creado anteriormente, *Almogaver*, con caracteres mixtos de los dos géneros aludidos, y que además el molar M_3 muy reducido, el hipoconúlido muy individualizado y más fuerte que en aquéllos, más desplazado hacia la porción distal y mayor simplicidad de la superficie oclusal.

También ha podido ser determinada exactamente la edad geológica de la formación, por otros restos de mamíferos hallados en el mismo yacimiento, superpuestos a un nivel marino con *Nummulites* lutecienses, siendo, por lo tanto, el *Fenacodóntido* más moderno de todos los conocidos, lo cual le confiere un interés aún mayor.—B. M.

HÜRZELER, J.: *Contribution a l'odontologie et a la phylogénèse du genre «*Pliopithecus*» Gervais*. «Annales de Paléontologie», t. XL, 1954 Paris, 1955.

Se ocupa el conocido paleontólogo suizo de la revisión de todos los restos conocidos del género *Pliopithecus*, que corresponden a un Antropomorfo europeo del Mioceno, notable por la morfología de sus molares. Estudia con todo detalle 48 restos distintos, fragmentos de mandíbulas, de maxilares y dientes sueltos.

La parte principal del trabajo está dedicada a la descripción minuciosa de las piezas dentarias, que aparecen profusamente ilustradas con dibujos muy bien logrados, siendo parte básica del estudio, las medidas

llevadas a cabo, con una precisión increíble, pues se aproximan hasta la centésima de milímetro.

De la revisión resulta que las diferentes especies establecidas pueden reducirse a una principal, *Pliopithecus antiquus* del Vindoboniense superior, a la que corresponden la mayoría de los restos descritos. Esta especie ha estado precedida, en el Vindoboniense inferior por otra que el autor establece como nueva: *Pl. piveteaui*; y posiblemente se continúa en el Poniense por otra especie, *Pl. eppelsheimensis*, de la que sólo se ha encontrado un canino aislado, y en el Plioceno por el *Pl. brancoi*, establecido sobre la base de un molar aislado, aunque el autor expone sus reservas de que estas dos piezas dentarias pudieran no corresponder al mismo género. En Sansan (Francia), se encontró un fragmento de mandíbula con tres molares, en el Vindoboniense superior, que posiblemente pertenece a otra especie próxima, al *Pl. antiquus*.

El problema más interesante que plantean los restos hallados de este Antropomorfo, todos en el Mioceno de Europa, es el de su origen, pues indudablemente se trata de una forma inmigrante, aunque desconozcamos, por ahora, su origen.

Discute por último la cuestión de si se trata en realidad de un *Hylobátido*; concretamente, de las posibles relaciones existentes entre *Pliopithecus* y el mono actual *Hylobates* de Java. A pesar de las indudables semejanzas existentes entre la dentición de ambas formas, el autor cree oportuno, de momento, asignar al *Pliopithecus* un lugar aislado entre los Primates Antropomorfos, mientras no se descubran otros restos fósiles más completos que acalaren la cuestión.—B. M.

HURÉ, P.: *Classification des Trilobites*. «Annales de Paleontologie», tomos XXXIX, 1953, y XLI, 1955. Paris, 1955.

Se trata de una auténtica monografía sobre los Trilobites, que pone completamente al día la debatida cuestión de la sistemática de estos importantísimos fósiles paleozoicos. Comprende 325 páginas en folio, con más de 1.500 figuras, y al final se incluyen 1.300 citas bibliográficas.

La primera parte de esta obra está dedicada a una crítica de las clasificaciones sugeridas por diversos autores para los Trilobites, deteniéndose especialmente en la conocida de Beecher, en los tres órdenes: Hipoparrios, Opistoparrios y Proparrios. Analiza cuidadosamente el caso de los «Hipoparrios»: Agnóstidos, Eodiscidos, Harpes, Trinucleus, Ampyx, etc., llegando a la conclusión de que en la actualidad no se puede ya mantener este orden, y que sus componentes deben incluirse entre los Opisto o los Proparrios. Ni siquiera las diferencias entre estos dos últimos órdenes resultan suficientemente claras como para mantenerlos en el sentido de Beecher, porque hay casos de evolución comprobada entre ambos tipos. Algo parecido viene a ocurrir con el orden de los «Protoparrios» de Swinerton.

A continuación hay un extenso capítulo dedicado a exponer las bases de una clasificación moderna, que tenga en cuenta el desarrollo ontogénico detallado de los diversos grupos sistemáticos, como base de su probable filogenia. Sólo así será posible llegar a establecer la clasificación natural del grupo. Se han comprobado numerosos casos de «neotenia», hasta el punto que este fenómeno debió estar muy generalizado en los Trilobites; en general, los Proparios adultos no son otra cosa que Opistoparios neoténicos, y el autor expone numerosísimos casos que vienen a comprobar esto mismo, en relación con otras estructuras anatómicas, especialmente relacionadas con el cefalón.

Estudia luego los casos de «gerontomorfosis», es decir, de aparición en la ontogénesis, de un carácter propio del adulto antecesor de él, y comprueba que en los Trilobites, este fenómeno también está muy generalizado.

Propone, finalmente, dividir los Trilobites en dos órdenes: *Miomera*, con tendencia neotónica llevada al máximo, que comprende los Eodiscidos y Agnóstidos, los cuales ya en el Cámbrico inferior muestran esta tendencia; y los *Polymera*, en los cuales, la tendencia gerontomórfica se manifiesta con preferencia, y que comprende todo los demás Trilobites. En este segundo orden no es posible establecer una nueva división, porque los *Proparios* son manifiestamente polifiléticos y derivan independientemente de muchos grupos de Opistoparios. Lo único que puede hacerse, es establecer un cierto número de superfamilias (el autor propone distribuirlos en 24) bien caracterizadas, que comprendan simultáneamente forma proparias y opistoparias, según el grado de evolución en sentido neoténico de sus componentes.

La parte principal de la obra está destinada al estudio sistemático detallado de todas estas superfamilias, llevado hasta los géneros, estudiando con detalle la terminología especial, su evolución y distribución estratigráfica. Esta parte comprende 234 páginas.

Es en resumen una obra fundamental para el estudio de los Trilobites, cuya consulta será obligada, desde ahora, para quienes hayan de ocuparse del estudio de tales fósiles. Todo ello supone un trabajo agotador llevado a cabo por el Dr. Hupé, que ha venido a dar por resultado una de las monografías más completas de las que tenemos noticia, sobre un grupo de fósiles tan extenso como importante.—B. M.

PETROGRAFIA

ALFREDO SAN MIGUEL ARRIBAS: *Consideraciones sobre la génesis de las pegmatitas por diferenciación metamórfica*. Inst. «Lucas Mallada». Cursillos y Conferencias, núm. 2.215, 274, 1955.

Comienza el trabajo con el establecimiento de acuerdo con las orientaciones modernas del concepto y fundamentos de la diferenciación me-

tamórfica. Estudia cada uno de los principios de concreción, secreción, solución y enriquecimiento de los constituyentes más estables.

Entra a continuación en la discusión general sobre la génesis de las pegmatitas. Estudia las condiciones de yacimiento. Trata de las pegmatitas gigantes, de la significación de la estructura y de los minerales neumatolíticos.

Se ultima la publicación con el reconocimiento de los diques y estructuras de reemplazamiento.

Complementa este trabajo, en el que hay 5 figuras y 18 fotografías, las 42 citas bibliográficas.—L. DE A.

PREHISTORIA

PERICOT, L.: *El problema del paso del Estrecho de Gibraltar en el Paleozoico superior*. «Africa», núm. 154. Madrid, octubre 1954.

Se analizan en este artículo las posibilidades del paso del Estrecho de Gibraltar por hombres del paleolítico, posibilidad que ya se viene admitiendo como indudable desde hace mucho tiempo, vista la existencia de culturas muy semejantes en ambas orillas desde los más remotos tiempos. El hecho parecía indudable en el paleolítico superior; pero, según el autor, tal opinión se ha derrumbado actualmente, no admitiéndose el paso sino a partir de culturas que sólo se remontan a unos tres mil años antes de Jesucristo.

Se inicia tal estado de opinión desde la excavación de la cueva del Parpalló, pues la industria que se había dado como capsense no era tal, sino de origen nórdico y en relación con los hombres de este paleolítico superior, auriñaciense magdaleniense. Por otra parte, el capsense, por estudios de Vau-Frey y otros, era relegado a zonas del interior de Argelia y Túnez y a un momento final del paleolítico, totalmente epipaleolítico.

La cuestión se replanteó de nuevo al estudiar el autor al ateriense del Asia Menor, que viene a sustituir al capsense, mientras otras culturas, la gravetiense y epigravetiense, sustituían en cierto modo en la península al auriñaciense-magdaleniense.

Como en una cueva de Tànger se ha descubierto industria ateriense, el contacto cultural en ambas orillas del Estrecho parecía resuelto. Pese a ello se sigue negando la posibilidad del paso del Estrecho, por lo menos hasta el neolítico, indicándose como elementos que apoyan tal aserto el origen del Solutrense, que no parece originario de la Europa central, sino de la oriental, y que ciertas piezas líticas, puntas foliáceas, son resultado evolutivo de técnica del paleolítico inferior el ser el Ateriense industria a base de lascas, mientras la del Solutrense es de hojas, no pudiendo ambas culturas relacionarse por falta de cronología respecto a la primera.

Otras consideraciones hacen al autor mantener su punto de vista, pese al descubrimiento del frontal de Rótova (Valencia), que los antropólogos dan como de Cro-Magnon en su variedad africana.

Para en definitiva resolver este problema se intentó cruzar el Estrecho en una balsa muy sencilla, pero el intento no pudo llevarse a cabo; por tanto, está aún en el aire si el hombre del paleolítico superior cruzó o no el Estrecho.

Para el que suscribe el paso es indudable, incluso para épocas mucho más anteriores.—H.-P.

PREPARACION DE MINERALES

A. GINOCCHIO: *Deux cas de traitement physique de minéral d'uranium*. «C. E. A.», núm. 402. 1955.

Estudiar dos tipos de menas, la una consiste en cristales pequeños de parsonita (fosfato doble de uranio y plomo) diseminadas en una ganga de cuarzo, y el otro en una mezcla de pezblenda, chalcólita, autonita, uranotilo, parsonita y pirita, a la que acompañan unas gangas de cuarzo, feldespatos, mica y arcillas.

Llega el autor a una elegante solución del problema por medio de la flotación, y dice que ésta permite el laboreo de yacimientos pobres con leyes de la cuarta parte de los permitidos por los tratamientos ácidos.—L. F.

PROSPECCION

A. LENOBLE: *Méthode de recherches et d'étude des gîtes uranifères*. «C. E. A.», núm. 401. 1955.

Habla unas generalidades sobre la labor realizada por el servicio de investigaciones mineras en las zonas graníticas y en las formaciones sedimentarias.

Establece las directrices geológicas y tectónicas que se han de tener en cuenta en las prospecciones en cada uno de los dos casos que pueden presentarse, que son: mineralización de uranio en los macizos cristalinos y en las formaciones sedimentarias.

Planea la organización de un servicio de investigaciones desde el estudio geológico al propiamente dicho de la prospección, y estos datos desde el simple trazado de curvas isoactivas hasta el reconocimiento por sondeos. Última la comunicación con unas ideas sobre el planeamiento de los trabajos mineros. Llega a la conclusión que una prospección completa bien organizada es más económica que un simple reconocimiento mal organizado.—L. F.

J. JEDWAB: *Les oligo-éléments dans la recherche des Pegmatites minéralisées*. «Ann. Soc. Geol. de Belg.», tom. LXXVII, págs. 71-80, 1955.

Examina el autor, a partir de datos publicados por otros investigadores y de sus observaciones, la posibilidad de prever la mineralización de los granitos o de las pegmatitas y la intensidad de mineralización de una zona pegmatítica.

La distribución de los oligoelementos en los minerales de los granitos y de las pegmatitas, sigue una ley bastante regular para que se pueda basar en los análisis de las trazas la prospección de pegmatitas y granitos mineralizados.

Es indispensable el multiplicar los estudios comparativos entre minerales idénticos procedentes de yacimientos diferentes por la naturaleza la intensidad de la mineralización. Las observaciones acumuladas hasta la fecha son suficientes para justificar un interés creciente para los estudios de los oligoelementos en los minerales de las pegmatitas. Estos estudios serán útiles en la prospección y pueda ser en la explotación de las pegmatitas.—L. F.

QUIMICA MINERAL

S. DEUSTSCH y M. NIKOLIC: *Préparation de Thorium-²³⁴ (UX₃) de haute pureté radioactive*. «Bull. des Sots. Chims. Belges», LXIV, 264 á 274, 1955.

La preparación de Th²³⁴ para ser utilizado como indicador de los isótopos Th-230, 228 y 232 se hizo por separación de U-Th en una solución de sal de uranio. La separación química necesita cuidados particulares y la concentración en U debe reducirse por debajo de 10⁶.

La pureza química completa no es suficiente para augurar la pureza radiactiva de la solución Th-²³⁴. Cuando el Th-²³⁴ se utiliza como indicador en la medida de isótopos activos α en concentraciones inferiores, se debe tener en cuenta la inevitable existencia del Th-²³⁰, químicamente inseparable del Th-²³⁴; esto es importante cuando el Th-²³⁴ sirve de indicador del Th-²³⁰, como ocurre en la valoración de I₀ en los sedimentos marinos.

Se consigue una pureza mejor del Th-²³⁴ si se le prepara a partir del U-²³⁸ que del U-²³⁴.—L. F.

CONSTANTIN BEERAG: *Les uranides (93-95) et les transuriniens (97-100)*. «C. R.», CCXI, 1767-69, 2 mayo 1955.

Según el autor, no se verifican las actividades de Seaborg; Th^{IV}, Pa^V y U^{VI} quedan colocados en las columnas IV, V y VI de Mende-

leeff; los uranidos N_p^{VI} , Pu^V , y Am^{IV} están colocados en una columna especial XX^a , seguida, como un subgrupo, por Cm^{III} y los transurios^{III}, únicos elementos homólogos de las tierras raras^{III}.—L. F.

TECTONICA

FONTBOTÉ, J. M. y JULIVERT, M.: *Algunas precisiones sobre la cronología de los plegamientos hercínios en Cataluña*. «Cong. Geol. Int. C. R.», XIX Sesión. Section XIII. Fasc. XV. Alger, 1954.

La orogenia hercínica afecta totalmente a Cataluña, aflorando los estratos paleozoicos hacia los Pirineos y en la cordillera Costera Catalana, estando todo el conjunto plegado hacia el Carbonífero inferior inclusive. La discordancia comienza con el Triás.

Entre el Cámbrico y hasta el Devónico superior la concordancia es perfecta, pues si existen discordancias atribuibles al caledónico son debidos a fenómenos tectónicos diferenciales, por lo que todo el conjunto plegado es considerado como hercínico.

El Pérmico existente en el Pirineo es de reducida extensión y representa a un Permo-trías comprensivo que alcanza hasta la base del Muschelkalk. Este Permo-trías es discordante sobre el Carbonífero inferior y el resto del paleozoico, siendo, por el contrario, concordante con el resto de las formaciones mesozoicas, lo que hace ver que la fase hercínica en su conjunto ha tenido lugar durante el Carbonífero y ya en el Permo los movimientos deben ser considerados como réplicas posthercínicas.

El Pérmico falta en el área de la cordillera catalana, llegando a la conclusión de que toda la orogenia, salvo detalles mínimos, es hercínica. El trabajo se ocupa de fijar con precisión las diferentes fases de tal plegamiento.

Se estudia para ello el país regionalmente, analizando la zona axial de los Pirineos catalanes, comenzando por la revisión estratigráfica, seguida del análisis de la existencia de los movimientos intraviseenses que dan origen a pliegues poco acentuados que hacen se erosionen las capas de lilitas locales del Devónico, pliegues que ya afectarían más intensamente al Devónico situado más al S. Corresponden, pues, dentro de la fase bretónica de Stille a una de sus subfases.

Se estudia después el plegamiento fundamental, que no creen los autores deba corresponder a las fases sudética o astúrica, limitándose a localizar tal fase orogénica como intrawesfaliense.

Se analizan a continuación los resultados generales de esta zona axial pirenaica, que en resumen son falta de pruebas del plegamiento previseense, existencia de movimientos orogénicos, aunque débiles, intraviseenses; edad intrawesfaliense del movimiento general hercínico; falta de movimientos hercínicos portwefaliense, salvo detalles, e intrusión de ro-

cas magmáticas ácidas anteriores a las fases intraviseense, sin precisión de su antigüedad máxima. La intrusión granítica es de época distinta en relación con el plegamiento principal intrawesfaliense.

En la cordillera catalana se estudia la región de Malgrat, Montseny y alrededores de Barcelona, región de Picamoixons-Fontscaldes, sierra de Prades, Priorato, deduciéndose en general la inexistencia de discordancia previseense, siendo menor el plegamiento postviseense que ha de ser intrawesfaliense con surgencia de masas eruptivas granudas de tipo granítico.

Se analizan, finalmente, la evolución paleogeográfica y tectónica del país.—H.-P.



INDICE

	PÁGS.
Maclas del plagioclasa de rocas andesíticas de Rodalquilar (Almería), por TIRSO FEBREL	3
Un yacimiento fosilífero del Lías de Maranchón (Guadalajara), por J. CASTELL, S. DE LA CONCHA y J. DE LA REVILLA	23
Geología del suelo vegetal, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.	41
El límite cambriano-siluriano en el borde Noroccidental de los montes de Toledo, por ENRIQUE RAMÍREZ y RAMÍREZ	53
Contacto metamórfico entre las calizas de Valdemaqueda y un pórfido ácido, por M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA y LUIS GARCÍA DE FIGUEROLA	87
Memoria acerca de la organización y resultados logrados con el Primer Campamento para prácticas de Geología, por JOSÉ MARÍA RÍOS	113
Noticias	133
Notas bibliográficas:	
Criaderos	143
Geografía	143
Geografía física	145
Geología	146
Geonucleónica	158
Geoquímica	161
Laboreo	164
Laboreo de minas	165
Nucleónica	165
Paleontología	168
Petrografía	172
Prehistoria	173
Preparación de minerales	174
Prospección	174
Química mineral	175
Tectónica	176