

NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Sumario

Notas hidrológicas, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.—Pág. 2.

Chiloterium quintanellensis Zbysz., sinónimo de *Hispanotherium matritensis* (Prado), por J. F. DE VILLALTA y M. CRUSAFONT.—Pág. 23.

Datos geológicos sobre el nuevo campo petrolífero de Parentis (Francia), por ANTONIO ALMELA y ENRIQUE DUPUY DE LÔME.—Pág. 33.

Notas fosilíferas pertenecientes a la hoja geológica de Puebla de Guzmán (Huelva), por J. DOETSCH.—Pág. 53.

Un yacimiento de caolín sedimentario en la cuarcita armoricana de la Sierra del Pedroso (La Reigada, Avilés, Asturias), por JOAQUÍN GÓMEZ DE LLARENA.—Pág. 73.

Nota sobre la diferenciación del Ordoviciense en los Montes de Toledo, por JUAN A. KINDELÁN.—Pág. 93.

Acerca de la edad de la facies wealdense del norte de Asturias, por A. ALMELA, JOSÉ M.^a RÍOS y JOSÉ DE LA REVILLA.—Pág. 111.

Estudio geológico de la Sierra de Ricote, por ANTONIO MARTÍN DÍAZ y EMILIO TRIGUEROS MOLINA.—Pág. 133.

Noticias.—Pág. 169.

Notas bibliográficas: Criaderos, pág. 179.—Geofísica, página 179.—Geografía física, pág. 180.—Geología, pág. 184.—Geoquímica, pág. 193.—Hidrología, pág. 195.—Mineralogía, pág. 197.—Nucleónica, pág. 197.—Química mineral, pág. 200.



NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE
E S P A Ñ A

NÚMERO 37

M A D R I D
C. BERMEJO, IMPRESOR
GARCIA MORATO, 122.—TELEF. 88-06-19
1 9 5 5

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.

Notas hidrológicas

POR

ANTONIO DUE ROJO, S. I.

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

NOTAS HIDROLOGICAS

El interés práctico que siempre tuvo esta rama de la Geología ha crecido notablemente en los últimos tiempos; íntimamente ligada con diversos aspectos de la Meteorología y de la técnica del ingeniero, tiene hoy que enfrentarse con graves problemas nacidos del aumento creciente de la población mundial y del progreso agrícola e industrial que, naturalmente, le acompaña; algunas cifras darán idea de la proporción que entre sí guardan a veces semejantes factores: la población del estado de Texas se ha triplicado en medio siglo (1890-1940); pero, en cambio, el gasto de agua para necesidades municipales e industriales se ha incrementado, en el mismo tiempo, treinta veces; el de riego, cincuenta y cinco, y el hidroeléctrico, ochenta y cinco (11).

El factor natural.—El primer paso en la técnica hidrológica es el estudio del ciclo natural del agua como fenómeno físico-químico y como factor dinámico en el relieve terrestre; a título de curiosidad puede aquí recordarse que, aunque a principios de la era cristiana Vitruvio señaló ya acertadamente los fundamentos de este fenómeno y Leonardo de Vinci lo expuso con mayor precisión, no fué admitido por los sabios hasta el siglo xvii. Perrault y Mariotte, en Francia, y el célebre

astrónomo Halley, en Inglaterra, hicieron determinaciones cuantitativas, especialmente el primero, que halló para el curso del Sena un sexto de la cantidad de lluvia medida en su cuenca. Asimismo citaremos como muestra de investigaciones meteorológicas recientes algunos resultados experimentales.

Douglas M. A. Jones y Lawrence A. Dean, meteorólogos del State Water Survey, del Estado de Illinois, han estudiado en el laboratorio de dicha universidad las fotografías de unas 200.000 gotas de agua, en orden a determinar la forma y tamaño de las de la lluvia, para lo cual han reproducido artificialmente las condiciones naturales. Los diámetros transversales oscilan entre 0,25 y 1,0 mm. y su longitud entre 0,25 y 5,0; la forma típica de las gotas gruesas no es, en manera alguna, la piriforme que frecuentemente se le da en representaciones gráficas de diverso género, sino de hongo casi plano en la base y redondeado por arriba; las pequeñas son sensiblemente esféricas. Otras formas corresponden a fases diferentes de su fragmentación durante la caída: el hongo se alarga y uno de sus extremos comienza a vibrar; luego se separan los dos núcleos extremos, que permanecen algún tiempo unidos por filamentos acuosos, hasta que se dispersan las partes en gotas menores. La entidad meteorológica a que pertenecen ambos investigadores ha sido la primera en la aplicación del radar a la detección y localización de la lluvia; para este fin interesaban los datos citados, que se obtuvieron a principios de 1954.

Otros cálculos anteriores dan los diámetros de las gotas que forman las nieblas y nubes; en algunas clases de niebla, para llenar una cucharadita, harían falta siete mil millones, y en las nubes suele predominar un tamaño 30-35 veces mayor. Asimismo se ha comprobado estadísticamente en el laboratorio Midway, de la Universidad de Chicago, por Roscoe R. Braham Jr., que las tor-

mentas son malas productoras de agua para la tierra: la mayor parte de la humedad y aun de energía eléctrica almacenadas en un cúmulo nimbo se disipa sin dar lugar a lluvia ni aparecer en forma de rayos. El 10 por 100 de las gotas potenciales llega a caer al suelo y aun esta pequeña proporción puede anularse del todo en comarcas muy secas. Un tercio de la humedad global no llega a condensarse; otro tercio lo hace para volverse a evaporar en su caída en el mismo seno de la nube, y del tercio restante, que se desprende en gotas, todavía una parte se pierde en los flancos del núcleo tormentoso y va a formar parte de las nubes que se forman detrás de él. Como en el caso anterior, también aquí se buscaba un fin práctico al someter a análisis un centenar de tormentas de Ohio y la Florida: la defensa contra los riesgos del vuelo a través de regiones tormentosas.

Los datos meteorológicos más directamente relacionados con la Hidrología son, evidentemente, las medidas de precipitación en sus diversas formas, evaporación y aforo de corrientes y depósitos de agua, así naturales como artificiales. Según datos obtenidos por el autor de esta reseña en 1948, al visitar el Weather Bureau de Washington, las estaciones meteorológicas de primera clase eran entonces 500, pero su número iba ya entonces creciendo rápidamente, al aumentar el tráfico aéreo; algo semejante ocurría con las 5.000 termopluviométricas, en su mayor parte servidas por observadores voluntarios y gratuitos; y a ellas había que añadir una cantidad proporcional de estaciones para medir el nivel de los ríos, las establecidas en altas montañas y las móviles para el servicio forestal. En el «sediento Oeste» se suelen organizar patrullas de alpinistas, cuyo personal es de unos mil hombres en total, que en invierno exploran las cordilleras nevadas que surten de agua a la región, a fin de planear sobre seguro el uso de las reser-

vas disponibles; el recorrido total de cada esquiador es de unos 400 kilómetros por temporada, a lo largo de numerosos trayectos parciales; jalonando estas rutas (siempre las mismas) hay, de trecho en trecho, tubos de acero de 5 cm. de diámetro sólidamente clavados en el suelo y que sobresalen más que las máximas nevadas; en sus cercanías se hacen catas con trozos de tubo de acero o aluminio enchufados uno en otro con un dispositivo especial en la punta para penetrar en la nieve; al sacarlo se extrae y pesa allí mismo su contenido, lo que da el espesor de la nieve junto a cada jalón. Se estudia la sustitución de este método por otro más moderno: automóviles de nieve (snowmobiles), algunos ya en uso, con esquís delante y pontones de acero detrás, que, además de eliminar los inevitables riesgos del alpinismo, harán el servicio más rápido y eficaz, con un radio de acción más extenso (8).

Merece aquí especial mención el estudio del influjo de la vegetación, y especialmente de los árboles, en la lluvia caída sobre cada región, que hace J. S. Collis en un libro publicado a mediados de 1954 (4), donde expone copiosamente los múltiples oficios del arbolado. Como es sabido, la barrera fría que los desniveles del suelo presentan al paso de las nubes son la ocasión inmediata de la lluvia y, por tanto, la refrigeración, originada por la transpiración vegetal, necesariamente ha de acrecentarla, como también la protección que los bosques ofrecen contra el excesivo calentamiento del suelo por los rayos solares. Se ha calculado que la presencia de bosques equivale a elevar en unos 200 metros el nivel de una comarca, con la consiguiente modificación de las masas de aire húmedo. R. Zon (15) ha llamado a los árboles «océanos del continente» y afirma que un 78 % de la lluvia en una región procede inmediatamente de la evaporación terrestre que en ella tiene lugar, y esta pro-

porción crece con la distancia al mar; y como añade H. S. Person (9), el agua recorre el ciclo nubes-subsuelo-árboles-aire de tres a cinco veces antes de volver al mar. Se entiende, desde luego, que el océano es siempre el primer origen; pero, sin paradoja, puede afirmarse que la mayor parte de la lluvia no viene directamente de fuera, sino de dentro del país; tan activa es la administración, por medio de los árboles, de este capital oceánico, que en ausencia de la vegetación pasaría a otras comarcas más aptas para recibirlo y que ellos, además, distribuyen uniformemente en el aire; por el contrario, el árbol no contribuye a aumentar las reservas subterráneas; antes bien, tiende a agotarlas, y por eso se emplea como factor poderoso en la desecación de pantanos.

Cada gramo, en seco, de una cosecha de cereales, supone 235 de agua evaporada; proporción que para los tubérculos es de uno a 910; y, en general, la cosecha de un acre de terreno (0,4 de hectárea), evaluada en siete toneladas, pesadas en seco, significa, por término medio, la evaporación de 3.500 toneladas de agua. Así se explica que la temperatura en la cuenca del Amazonas, a unos mil kilómetros de la desembocadura, a pesar de su baja latitud, no sea más cálida que en la costa, a causa de la enorme transpiración de aquellas selvas, equivalente a dos tercios de la lluvia anual (1.524 mm.).

Es notable la acción dinámico-térmica de la agujas del pino y otras coníferas como colectoras de lluvia, mediante un proceso diferente del antes indicado para los árboles en general: al paso de las nieblas o nubes, con tal que su velocidad sea por lo menos del orden de 2,2 a 4,4 m/s., caso bastante frecuente, las agujas detienen las gotitas y las van aglomerando hasta formar gotas mayores, que caen al suelo; se trata, por tanto, de una acción combinada entre la temperatura de esas puntas, inferior al ambiente, y la forma reticular del obstáculo

interpuesto a la masa húmeda; se habla de una reproducción artificial de ese dispositivo natural para imitar los buenos servicios que presta.

En el estudio de las aguas subterráneas se cuenta recientemente con un auxiliar novísimo al haberse comprobado que el tritio (H^3), el isótopo más pesado conocido hasta ahora del hidrógeno, se encuentra, naturalmente, en el vapor del aire, como consecuencia del impacto de neutrones de los rayos cósmicos sobre el nitrógeno; así lo han declarado, después de una controversia de quince años, los doctores Arístides V. Grosse, del New Research Institute de la Universidad de Temple, Philadelphia, y W. F. Libby, bien conocido este último por sus investigaciones de radiactividad en la de Chicago; hay un átomo de tritio por cada 10^{19} de hidrógeno ordinario, con un semiperíodo de degeneración igual a 12,5 años; su aplicación a los mantos de agua del subsuelo permitirá averiguar el tiempo transcurrido desde su absorción por la tierra al caer en forma de lluvia. Industrialmente será este método más práctico que el del carbono 14, mucho más caro de obtener, además, que el H^3 ; su uso, para datar el agua, consiste en concentrarlas por electrólisis hasta reducir 136 litros a una cucharadita de agua pesada; puede emplearse dentro de un margen de tres a veinticinco años de antigüedad.

El factor humano.—Para los usos de la vida humana, desde el modo más primitivo hasta el más complicado de los tiempos actuales, el agua es un elemento indispensable, y la acción del hombre abarca a este respecto su uso, administración, recuperación y, en sentido amplio, creación. Expresamente excluimos de esta reseña, porque requerirían un espacio prohibitivo, los métodos de prospección de aguas subterráneas y los discutidos resultados de las tentativas de lluvia artificial; recogemos solamente varios datos interesantes sobre la solución de

este problema a base de los recursos naturales más obvios: los mantos subterráneos, prescindiendo del procedimiento para descubrirlos, y las corrientes de agua.

Se pregunta si es o no constante la reserva mundial de agua. A primera vista parece que los actuales desiertos de Sáhara, Gobi, Palestina, California..., algunos de los cuales fueron vergeles en otro tiempo, son indicios de una desecación secular; y, sin embargo, más bien se admite hoy una constancia fundamental y un funcionamiento uniforme, a través de los siglos, del destilador oceánico-solar, sin que obsten para ello las anomalías regionales ni las dificultades de un reparto equitativo respecto de las partes habitadas de la Tierra; hasta podría admitirse la teoría de W. W. Rubey (10), eminente geólogo de la Geological Survey, de Washington, que defiende un incremento, aún actual, de la cantidad de agua y aire terrestres. Se funda en que hay un superávit cualitativo de elementos, entre ellos el agua, C, Cl, N y S, no explicables por la sola disgregación y descomposición de las rocas externas, exceso que coincide con la composición que suelen tener los gases emitidos por los volcanes y fuentes termales, procedentes de las rocas internas de la corteza. Por otra parte, el hundimiento progresivo del fondo de los océanos parece exigir un aumento cuantitativo real; en otros términos, el agua sigue brotando de esos materiales *exprimidos* de la corteza terrestre; podrían citarse un par de cifras en apoyo de esta opinión: uno solo de los conos secundarios del Etna se calcula haber emitido en tres meses una cantidad de vapor equivalente a dos mil millones de litros de agua (2), y en el Valle de los diez mil humos, en Alaska, mucho después de las enormes avalanchas que lo cubrieron de piedra pómez en 1912, la cantidad total de vapor desprendida equivalía a 27 millones de litros por segundo (13).

Se ha planteado recientemente en los Estados Unidos el problema creado por el uso y abuso de los depósitos naturales de agua del subsuelo; el gasto por persona y día era en 1949 de 3.180 litros (3); en 1954 se da la cifra de 5.500 (1), distribuida de este modo: para beber, 2,5; para usos domésticos, 187 (aquí la calefacción y refrigeración ocupan el primer lugar), y para usos industriales, más de 2.000, con lo que se llega casi al 50 por 100 del total; el resto se emplea en el campo para riego artificial. Nótese la gran parte asignada a la industria, que es la que más desequilibra los presupuestos municipales en cuanto a las aguas subterráneas, preferidas, así por su temperatura más fría en verano, como por la constancia de su composición química y por su pureza; semejante capítulo de gastos crece hoy de un modo alarmante, y el día, acaso no lejano, en que se generalice la fabricación sintética de la gasolina, el consumo por fábrica y día se ha cifrado en 227 millones de litros; por hoy, aunque alarmantes, no lo son tanto las cantidades de agua que exigen las industrias: 10 litros por cada litro de gasolina; 10 por cada uno de alcohol; de 5-30 por kilogramo de diversas manufacturas; 300 por cada uno de acero (la mayor parte gastados en refrigeración), y 363 por kw./hora. Aunque de toda el agua empleada en el país sólo el 20 por 100 procede del subsuelo, sin embargo unos dos tercios de sus municipios dependen exclusivamente de él y el 15 por 100 de la tierra cultivable (diez millones de hectáreas) se riega de este modo, de manera que el gasto se ha duplicado desde 1935.

Como se indicó más arriba, es éste un problema de distribución que puede ser grave en una localidad, mientras en otras no se nota falta alguna. El exceso de extracción hizo bajar hasta tal punto hace pocos años el nivel de los pozos de Brooklyn, N. Y., que las filtraciones del mar llegaron a inutilizar no pocos de

ellos; algo parecido ocurrió en Miami (Florida) y en la Baja California; en Los Angeles se hundió el suelo hasta dos metros, en algunos sitios, al vaciarse tales depósitos (3). Por otra parte, la lluvia media en todo el territorio es de 160 mm. anuales; es decir, unos veinte billones ($2 \cdot 10^{13}$) de litros, de los que el 72 por 100 vuelve a la atmósfera y el resto *podría* aprovecharse; de hecho se utiliza solamente del 12 al 15 por 100 de este remanente. Como ejemplo de buena administración baste citar el remedio empleado en el caso de los pozos de Brooklyn: se urgió lo ordenado acerca de ellos (distancia mínima permitida entre uno y otro, limpieza de los fondos, etcétera), y se ordenó canalizar hacia el subsuelo el agua usada solamente para refrigeración y otros usos que no la alteran; esta última medida devolvió unos 270 millones de litros diarios; finalmente, como norma general contra los peligros de la *invasión* de las fábricas en el casco urbano, se condicionó la licencia de instalación al examen previo de las disponibilidades de agua subterránea, a juicio de los técnicos. Otros conflictos de mayor envergadura se plantean a veces, cuando hay poderosos intereses encontrados; v. g.: agricultura contra producción hidroeléctrica o navegación fluvial, donde el aspecto técnico tiene que ceder al político y el asunto pasa a una esfera superior.

A veces la intervención humana en la Hidrología alcanza dimensiones que podrían denominarse *geológicas* por las enormes proporciones de algunas empresas, como el gigantesco embalse del lago Mead, que surte de agua a California del Sur; se construyó en 1935 y recoge aportaciones de 436.800 km² (el 5 por 100 de la extensión superficial de los Estados Unidos); desde entonces se han posado en su fondo sedimentos por valor de dos mil millones de toneladas, a razón de 200 millones por año, a pesar de lo cual prestará aún servicio hasta el año 2380,

con una vida total de 445; y para el abastecimiento de Chicago se proyecta un canal perforado a 15 metros bajo el nivel de la roca caliza del subsuelo, para traer las aguas del lago Michigan en condiciones más favorables que las actuales; está presupuestado en 85 millones de dólares.

Contaminación de aguas.—Es éste, quizá, el más grave de los problemas hidrológicos creados por el mismo factor humano que ha de resolverlo (6); el río Delaware, por ejemplo, con no tener más de 577 kilómetros de curso, recibe diariamente 2.270 millones de litros de aguas residuales de los núcleos urbanos y casi otro tanto de las fábricas. Por ambas causas se alteran de tres maneras las aguas de un río: 1), físicamente, al elevarse la temperatura y hacerse, por lo mismo, menos aptas para refrigeración o enturbiándose con diversidad de partículas que quedan en suspensión o haciéndose radiactivas; 2), químicamente, cuando se vierten en ellas materias tóxicas para el hombre o para los organismos que viven en los ríos, y 3), biológicamente, mediante gérmenes de enfermedades infecciosas. De aquí la necesidad de una depuración, natural o artificial.

La fauna y flora fluviales, especialmente la microorgánica, cumple una misión higiénica de capital importancia al consumir en su metabolismo la materia orgánica disuelta; pero para ello necesita del contenido natural de oxígeno, de suerte que mientras éste no falte, las aguas corrientes se depuran en cierto modo por sí mismas, es decir, sin intervención humana, en un trayecto relativamente corto; si el coeficiente B. O. D. (*biochemical oxygen demand*) de este contenido es inferior a 4 por un millón, los peces fluviales no pueden vivir, y si llega a anularse por consumir las bacterias mayor cantidad de la que entra del aire, el agua se hace séptica y despidе mal olor. Estos microorganismos auxiliares del

hombre rompen las moléculas orgánicas en su digestión y sirven así de filtros biológicos, pero no bastan ellas solas para realizar todo el trabajo. En las instalaciones de las grandes ciudades se les facilita la labor con un tratamiento previo en tanques abiertos o cerrados, y hasta se crían intensivamente los microorganismos que han de completar la obra; contra las bacterias infecciosas hay que usar el cloro en la fase final. Asimismo, las fábricas, cuyos residuos son dañosos, no pueden incorporarlos a los ríos sin eliminar primero esas materias mediante núcleos de absorción y coagulación, de modo que por precipitación se hagan fácilmente separables.

Todo esto es necesario, aunque caro; en gran escala no afecta sino a las ciudades fluviales del interior, donde este servicio público cuesta de 10 a 40 dólares por cada 4.500 toneladas; diez mil millones se han gastado en ello desde 1915 en los Estados Unidos, y se calcula que harán falta otros 20.000 millones más para llegar a una solución integral y satisfactoria; algo se alivia este sacrificio pecuniario con el aprovechamiento de ciertos residuos útiles, pero siempre en proporción muy pequeña.

Y con esto llegamos al aspecto más actual e interesante del problema: la contaminación radiactiva, que se teme llegue a convertirse en un grave peligro, no ya para un municipio, provincia o nación, sino para el mundo entero; hay apreciaciones de todos los matices, desde las prudentemente optimistas hasta las francamente pesimistas, y, atendida la reserva propia de este asunto respecto al público, se han dado cifras más o menos aproximadas acerca del grado de radiactividad de tales residuos: desde el equivalente a 220 gramos de Ra. por tonelada de líquido hasta el de cien mil toneladas de Ra. como producción total en el día de hoy; consta, desde

luego, que se adoptan severas medidas de precaución, en las que se invierten crecidas sumas.

Los métodos empleados son semejantes a los de la depuración urbana y fabril: reducción de volumen y peso para facilitar el manejo, métodos físicos (filtros diversos de materias naturales o artificiales, cuales son el algodón de vidrio y unas a manera de cuentas de plástico), químicos y aun bacteriológicos (valiéndose de microorganismos para lograr transformaciones químicas); pero aquí el problema no es tan sencillo como antes: en primer lugar, los gases desprendidos en tales transformaciones no son devueltos a la atmósfera, sino en ciertos casos favorables, para cuyo estudio hay observatorios especiales; a veces se usan chimeneas «sin humo»; es decir, recuperación completa de los residuos gaseosos. Uno de los mejores medios actuales es la fabricación de ladrillos, que se cuecen a 800° centígrados mezclando la arcilla con la sustancia radiactiva, con lo que se forma un todo compacto y estable mecánicamente que mantiene los elementos radiactivos inmovilizados.

Hace pocos meses se ha publicado un interesante artículo a este propósito, que vamos a resumir a continuación (14): No falta hoy quien afirme ser ésta la más grave objeción práctica que se opone a la esperanza de una era atómica próspera; más aún: se ha llegado a decir que si no se le halla solución, se corre el peligro de hacer la Tierra inhabitable. Más optimistas son los técnicos de la Comisión de Energía Atómica (A. E. C.), entre los cuales el Dr. Walter D. Clauss, jefe de la sección biofísica en el Departamento de Biología y Medicina, acaba de hacer importantes declaraciones que dan mucha luz sobre las perspectivas futuras; afirma que, por hoy, no hay motivo de alarma; pero como para dentro de cinco años se esperan grandes progresos en el uso de los productos atómicos para la producción in-

dustrial de energía, si antes no se encuentra la clave de esta dificultad, nuestros sueños de una energía atómica barata seguirán siendo sueños; el remedio propuesto de utilizar para otros fines los residuos radiactivos, si se tiene en cuenta la gran longevidad de muchos de ellos, no resuelve nada; en la segunda fábrica se plantearía la cuestión en los mismos términos; serían residuos de residuos..., y así sucesivamente; es verdad que se ganaría dinero para una ulterior eliminación o, si se quiere, lo que en realidad se ganaría sería tiempo.

Cuando el grado de radiactividad no es muy elevado, basta la disolución en un río caudaloso o en el mar; pero con frecuencia no es así. En la actualidad se está haciendo lo que a todas luces parece ser más prudente: guardarlos en depósitos cada día mayores y más numerosos, donde esperan a que alguien descubra lo que se ha de hacer con ellos. Ahora bien, ¿a cuánto ascienden las existencias actuales? La A. E. C. sólo ha dicho que son millones de litros y que cada año se acumulan varios centenares de miles; los depósitos de la instalación de Stanford tienen capacidad para 304 millones (su construcción costó 27 millones de dólares), diligentemente custodiados y cercados para evitar imprudencias; en Los Alamos, donde en 1943 fué cargada la primera bomba atómica, uno de los edificios antiguos del laboratorio hubo de ser demolido y todos los restos enterrados; en Oak Ridge, donde tienen el lago White Oak como depósito para ciertos residuos más inofensivos, se vigila igualmente la radiactividad de las aguas con frecuentes comprobaciones.

Los siguientes datos ponen de manifiesto la diligencia con que se procura evitar el más mínimo peligro para las regiones vecinas a estas fábricas; en Stanford, donde el río Columbia es el vertedero obvio, se crían cada año en el departamento sanitario de la institución unos 25.000

salmones para someterlos a diferentes dosis de materias radiactivas y observar así los posibles efectos de las aguas residuales en la pesca fluvial; resulta que sería necesario consumir de una vez 45,5 kilogramos de salmón, pescado aguas abajo de Stanford, para ingerir una dosis apreciable, que no sería necesariamente dañosa; parecidos experimentos se hacen con ovejas en un rebaño de 200, tratando el forraje con gases de yodo radiactivo o mezclándolo con píldoras elaboradas a este fin; aun con dosis enormes para un laboratorio, apenas se han notado efectos en estos animales. Cada mes el personal de este departamento recorre en los alrededores distancias equivalentes a media vuelta al mundo para vigilar las filtraciones en el subsuelo; en un año se hicieron 4.000 análisis de agua potable y 900 en pozos abiertos a este propósito, como también se analizaron 12.000 muestras de aire, sin contar el registro automático de las estaciones fijas; al principio se situaron éstas a una distancia de 240 kilómetros de los muros exteriores, hasta que en 1951, por ser tan insignificantes los efectos que hasta allí llegaban, se trasladaron a sólo 2-3.

Se ha llamado «cementorios atómicos» a los depósitos subterráneos donde se conservan los materiales después de tratados al modo dicho; a pesar de su solidez e impermeabilidad, se hacen por precaución frecuentes catas en sus alrededores, pues el mismo material de que están hechos podría ser atacado y, de hecho, alguna vez lo ha sido por la sustancia radiactiva que encierran; como se comprende fácilmente, las reparaciones en tales casos son difíciles y costosas, teniendo en cuenta lo joven que es aún el contenido. Por eso, con razón, se pregunta el doctor Clauss si se podrá vivir en un país donde empiecen a levantarse por doquier fábricas como la recientemente autorizada a la compañía Duquesne Light Co., en Pittsburgh; con todo, dice, por el momento está todo pre-

visto, aun el sabotaje, el bombardeo, el terremoto..., y si se desintegra un depósito, el daño sería solamente local.

Otro recurso empleado ya y considerado como la máxima probabilidad de solución es encerrar los residuos en grandes cilindros de cemento bien sellados y arrojarlos al mar a grandes profundidades; claro está que subsiste la incógnita de la resistencia a largo plazo del cemento, y si quedara en libertad el contenido, no habría verificación posible. Con lo que hasta ahora se ha arrojado al mar, en el peor de los casos, no hay miedo que se noten efectos algunos en la superficie; pero para el futuro se está estudiando oceanográficamente la probabilidad de utilizar el océano como cementerio en gran escala; ello implica la localización de concentraciones radiactivas según las corrientes, posibles efectos en organismos marinos, etc..., y hasta una legislación internacional a este respecto, pues, como añade humorísticamente el doctor Clauss, podría presentarse en la O. N. U. la queja contra los Estados Unidos de que estaban *echando a perder* las aguas del mar.

El último recurso.—Como era de esperar, se ha intentado más de una vez sacar el agua, que tanto escasea en determinadas localidades, de la mayor y más inagotable reserva natural que existe: el mar. Se trata, sencillamente de un problema económico: mientras el coste en combustible o energía para hacer utilizable el agua salada exceda mucho al que razonablemente se paga por el agua dulce natural, no habrá empresa que arriesgue en ello su capital. El agua marina ni siquiera es apta para refrigeración, pues corroe los conductos metálicos por donde circula, a pesar de lo cual se emplearon en 1950 en los Estados Unidos unos 68.000 millones de litros de aguas duras para este fin (1); pero en aquella fecha se calculaba que por cada kilogramo de carbón se podrían

obtener 167 litros de agua *artificial*; ahora bien, tomando por unidad el millar de galones (4.540 litros), los precios corrientes de agua para riego eran de un centavo: para usos industriales, de cuatro a cinco, y el de agua del mar destilada, cincuenta. Aquel mismo año se aprobó por el Congreso una ley que destinaba fondos para investigar científicamente el problema.

Los métodos iónicos, de que en seguida trataremos, descubiertos veinte años antes (7), salvaron muchas vidas durante la segunda guerra mundial, y los de compresión-destilación, que se emplean aún en la actualidad, resolvieron satisfactoriamente situaciones difíciles en que se hallaban millones de hombres en el Norte de Africa, islas del Pacífico, Japón, etc..., y se están usando ahora en el tendido de oleoductos de Arabia, en no pocas fábricas de cerveza, papel, hielo... y, sobre todo, en los navíos en alta mar. Un calentamiento inicial evapora una pequeña cantidad de agua, cuyo vapor es comprimido, con lo que se calienta y sube su temperatura de condensación; el calor emitido en ésta se usa para evaporar nuevas cantidades de agua en el alambique y, desde ese momento, apagado el hornillo de puesta en marcha, solamente funciona el compresor; método varias veces más eficaz que el simple alambique, donde el calor de condensación se pierde. A pesar de ser caro el procedimiento (en circunstancias desfavorables, los cincuenta centavos antes mencionados habrían de duplicarse o triplicarse y sólo se mantendrían para una fabricación en gran escala), la necesidad obliga a emplearlo; de hecho la fábrica de estos aparatos, Arthur D. Little Inc., de Cambridge, Mass., había construido en 1950 no menos de 12.000, el mayor de los cuales está instalado en Johnson Island, Bermudas; un año más tarde se anunciaba un perfeccionamiento en la maquinaria, que elevaba su rendimiento a 300 litros por kilogramo de carbón, cifra

casi el doble de la antes citada, y con la ventaja especial de que un colector, exterior al evaporador, permite su funcionamiento continuo, sin exigir limpieza alguna, durante ocho meses; la innovación consiste en un estabilizador de contacto con un filtro de arena, piedra caliza y otros materiales, donde circula por convección la salmuera varias veces más aprisa que lo hace el agua al entrar en el evaporador. El modelo antiguo necesitaba ser desmontado y limpiado de sales cada setecientas horas, casi una vez al mes.

En 1952, las noticias eran aún más optimistas (5); el presidente de la Ionics Inc. de Boston, Edwin R. Gililand, declaraba que por un nuevo método iónico el gasto de energía necesaria era solamente un tercio de la requerida por el mejor sistema destilador entonces en uso; la Ionics emplea membranas novísimas, mediante las cuales una corriente eléctrica separa las sales por intercambio iónico, método ya antes usado para el tratamiento de aguas duras (por ejemplo, en Neger, Israel, para el riego), con un coste de seis centavos por millar de galones, que se elevaría solamente a 10-20 si se incluía la amortización del equipo; ahora bien, en el Oeste de los Estados Unidos se pagan en la actualidad 10 centavos por el agua para uso industrial, y más si es para otros usos; hasta hay sitios de difícil acceso del agua, pero de suelo fértil, donde pagan gustosos 30 centavos para regar, sin mencionar los enormes precios que rigen en sitios especialmente desamparados. Por tanto, la gran distancia económica de que antes se habló parece acortarse cada vez más; ¿llegará pronto a anularse? No hay que olvidar que en el agua del mar hay bastantes productos útiles beneficiables en estas *fábricas de agua*: K, Br, Na, Mg..., algunos de los cuales se extraen así en buenas condiciones económicas.

En el nuevo aparato se divide el agua que entra, de

suerte que dos tercios de ella sale clara y un tercio es la salmuera, aprovechable para otros fines industriales; las membranas están hechas de carbón barato, alquitrán y productos derivados del petróleo; cómo funciona en ellas la corriente eléctrica es secreto comercial... y de guerra; pero se prevé su uso intensivo para tratamiento de aguas duras, en cuyo caso el precio de producción sería *un* centavo; para la purificación de la leche, el azúcar, la glicerina, etc.; para recuperar importantes materias de las aguas residuales y para muchas investigaciones biológicas y médicas. El cuerpo humano contiene en los riñones, nervios, pulmones, vasos sanguíneos e intestino membranas semejantes a éstas. Como se ve, las perspectivas no son malas para el día en que no haya otro recurso que éste, y están justificadas las esperanzas del Secretario del Interior, Oscar Chapman, quien afirmaba haberse octuplicado desde la segunda guerra mundial la eficacia de estos medios de procurarse agua.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BROWN, HARRISON: *The Challenge of Man's Future*. 1951.
- (2) CHAMBERLAIN, BLAIR: *Nature Magazine*. Enero 1952.
- (3) ——— *Changing Times*. Julio 1949.
- (4) COLLIS, JOHN S.: *The Triumph of the Tree*. 1951.
- (5) COMPTON, KARL T.: *The Wall Street Journal*, 23 febrero 1952.
- (6) ELIASSEN, ROLPH: «Sc. Amer.», v. 186, n. 3, pág. 17 sgg., 1952.
- (7) HOLMAN, ROS L.: «Sc. Dig.», pág. 43, diciembre 1950.
- (8) LAYCOCK, GEORGE: «Steelways», enero 1952.
- (9) PERSON, H. S.: «Little Waters». 1953.
- (10) RUBBY, WILLIAM W.: «Science Service». 1951.
- (11) SAYRE, A. N.: «Sc. Amer.», v. 183, n. 5, pág. 14 y sigs., 1950.
- (12) SCHAEFER, VINCENT J.: «Sc. Dig.», septiembre, pág. 41, 1951.
- (13) WILLIAMS, HOWEL: «Sc. Amer.», v. 185, n. 5, pág. 51, 1951.
- (14) WYDEN, PETER: «Everday Magazine», mayo, pág. 18, 1951.
- (15) ZON, R.: «Forest and Water», 1953.

Chilotherium quintanelensis Zbysz., sinónimo
de *Hispanoterium matritensis* (Prado)

POR

J. F. DE VILLALTA y M. CRUSAFONT

J. F. DE VILLALTA y M. CRUSAFONT

CHILOTHERIUM QUINTANELENSIS ZBYSZ.
SINONIMO DE *HISPANOTHERIUM MATRITENSIS* (PRADO)

En el año 1948 (Villalta y Crusafont, 1948) dimos noticia de una interesante novedad de entre la fauna paleomastológica hallada, a través de los años, en el Mioceno del Valle del Manzanares, en Madrid. Se trataba de una forma de Rinoceróntido dada a conocer hace cerca de un siglo por Casiano de Prado (1864) con el nombre específico de *Rhinoceros matritensis*, después que el ilustre geólogo castellano la hubo consultado a Lartet. Su carácter de nueva especie, no obstante, fué puesto más tarde y repetidamente en entredicho por los diversos autores que se ocuparon de las formaciones sedimentarias del Terciario de la Meseta española.

Una revisión que hicimos en 1947 de los ejemplares estudiados por Prado y de otros inéditos que se guardaban en las colecciones de la Escuela de Minas y del Instituto Geológico y Minero de España, en Madrid, nos hizo dar cuenta de su pertenencia, no sólo a una nueva especie, sino a un nuevo género, para el que propusimos el nombre de *Hispanotherium*. La forma en cuestión fué, pues, desde entonces el *Hispanotherium matritensis* (Prado). El interés del Rinoceróntido de Madrid resultó realmente insospechado, puesto que, de acuerdo con sus caracteres—verdaderamente notables—, se trataba de un

Elasmotérido primitivo, el más antiguo de los conocidos hasta la fecha, pues los géneros *Iranotherium* y *Sinotherium* eran propios del Pontiense. Además, era verdaderamente curioso hallar una forma prodrómica de este *philum*—o de uno de los dos *phila* de Elasmotéridos reconocidos por Ringström (1924)—, en la Península Ibérica, pues los dos citados géneros procedían del Irán y de China, respectivamente. El tercer género hasta entonces conocido y ya del Pleistoceno, el *Elasmotherium*, procede de la U. R. S. S. y de Alemania. Nuestra forma, pues, era no sólo la más antigua, sino la más occidental hallada en el Viejo Mundo.

Como forma prodrómica presentaba los caracteres sistematizados por Ringström en su citada obra (1924), aunque, naturalmente, atenuados: presencia de cemento rellenando todos los valles y fosetas de los molares y revistiendo el esmalte por las superficies externas de los mismos; cierto arrugamiento de las líneas de esmalte en la superficie oclusal; estrangulación no sólo del protocono, sino de la parte terminal del metalofo; horizontalidad marcadas del ectofofo; casi ausencia de cóngulo; hipsodontia acusada; desarrollo e inclinación fuertes del parastilo; el M. 2, el mayor de los molares superiores; presencia de más de una crista (en este caso dos: crista y cristela); estrechez de los premolares superiores con deuterococono estrangulado; reducción de los inferiores en relación con la serie molar; convergencia de las crestas internas de las medias lunas—anterior y posterior—en los molares inferiores, y aislamiento del metacónido en forma de pilar en estado de poco desgaste o marcadamente estrangulado en las piezas desgastadas.

* * *

Ha sido para nosotros realmente una sorpresa—un hecho, por lo demás, esperable—el conocer la existencia

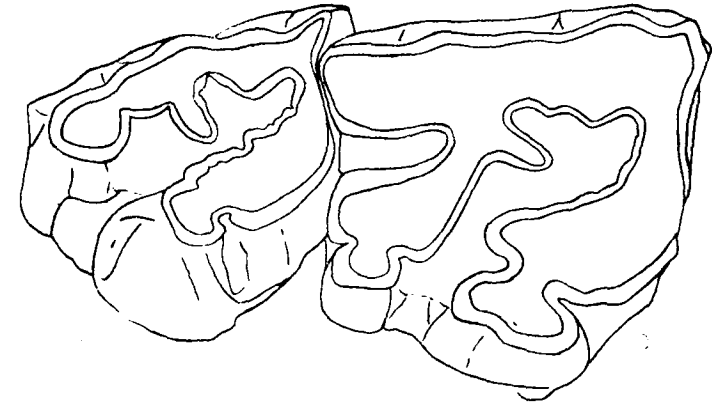


Fig. 1.—*Hispanotherium* nov. gen. *matritensis* (PRADO), M₂ y M₃ sup. der. Cara oclusal. Tam. nat. Vindoboniense. Puente de Toledo (Valle del Manzanares). Col. Escuela de Minas (Madrid). S/n. El M₃ es el LECTOTIPO. El M₂ es un HOLOTIPO.

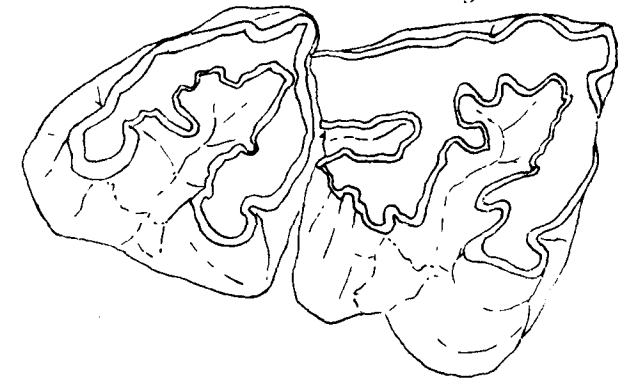


Fig. 2.—Calco de los M₂ y M₃ superiores derechos del *Chilotherium quintaneleensis* ZBISZ. del Vindoboniense de Portugal. Tam. ap. 4/5. Por ser realizado el calco sobre fotografía, deben hacerse reservas sobre algunos detalles dudosos. Sin embargo, los caracteres esenciales están claramente visibles sobre los ejemplares.

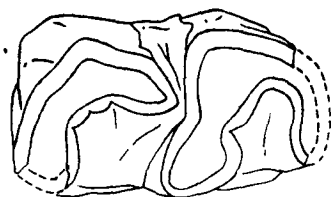


Fig. 3.—*Hispanotherium* nov. gen. *matritensis* (PRADO). M_1 inf. izq. HIPOTIPO. Cara oclusal. Tam. nat. Vindoboniense. Puente de Toledo (Valle del Manzanares). Col. Escuela de Minas S/n.



Fig. 4.—Calco del M_1 y M_2 inferiores izquierdos del *Chilotherium quintanelensis* ZBISZ. del Vindoboniense de Portugal. Tam. ap. 1/2. Las mismas reservas que las indicadas para la fig. 2.

de la misma forma caracterizada antaño por nosotros, en el Vindoboniense de Portugal. Recientemente (1952), el distinguido paleontólogo Georges Zbyszewski ha dado a conocer del yacimiento de Quintanelas (horizonte I, según Román, 1917), cerca de Sabugo, un Rinoceróntido que ha descrito como una nueva especie del género *Chilotherium* (*Ch. quintanelensis* ZBISZ.). Este animal está asociado a una fauna que, según el autor, pertenece al Helveciense llamado Vc, con *Hyaemoschus jordanii*, *Procervulus dichotomus*, *Deinotherium cuvieri* y *Trilophodon angustidens*. Su edad es, pues, comparable con la de nuestros yacimientos vindobonienses del Valle del Manzanares.

A la sola contemplación de las figuras fotográficas incluidas en el citado trabajo, hemos podido darnos cuenta de la identidad de la forma portuguesa con la antigua especie de Prado. Por otra parte, Zbyszewski, al establecer la nueva especie del género *Chilotherium*—comparándola, además, sólo con las especies asiáticas y no con las europeas—, no hace sino sustentarla en los mismos especiales caracteres que nos sirvieron para caracterizar el nuevo género *Hispanotherium* o, por lo menos, en algunos de ellos. Aquellos que no son citados de manera expresa por el autor son perfectamente visibles sobre las figuras indicadas.

Entre otras características de menor monta, el autor destaca la presencia de abundante cemento relleno por completo los valles y fosetas e incluso revistiendo las superficies externas del esmalte; la marcada estrechez de los premolares; el aislamiento del deuterovono y el estrangulamiento del protocono; el pliegue del parástilo y la presencia de cristela. Nosotros hemos observado, además, que el $M. 2$ es el mayor de los molares de la serie superior; la presencia de ciertas arrugas del esmalte, sobre todo visibles en la parte media del lado interno

del metalofo; la posición rectilínea del ectolofo; la reducción del cíngulo; el estrangulamiento del metacónico en los molares inferiores y la reducción de la serie premolar.

Incluimos en la presente nota unos dibujos (calcos) comparativos entre las piezas de Quintanelas y del Valle del Manzanares, con los cuales puede apreciarse la identidad de caracteres de ambas formas y los detalles estructurales que hacen comprender la atribución de las mismas al *philum* de los Elasmotéridos.

De entre los caracteres apuntados existen algunos que pueden darse como absolutamente típicos de este grupo aberrante de Rinoceróntidos y que no pueden hallarse en ningún otro de los muchos géneros conocidos: *presencia de cristas accesorias; arrugamiento del esmalte; aislamiento del metacónico y presencia de cemento recubriendo la superficie externa de las piezas.*

Debemos hacer resaltar todavía la defectuosa colocación del M 3 superior en las series figuradas por Zbyszewski. Situada en posición correcta, esta pieza presentaría el ectolofo mucho más horizontal y, al mismo tiempo, las murallas externas de los M 2 y M 3 estarían alineadas tal como es propio de los Elasmotéridos.

La atribución de la forma de Portugal al género *Chilotherium*—no habiendo el autor hecho referencia de nuestro trabajo, a pesar de estar publicado en una revista hispanolusa—resulta, pues, de acuerdo con lo que hemos indicado, incorrecta. Es cierto que el género *Chilotherium* realizó una especialización trófica notable adaptada a un régimen de silicifolia con su hipsodontia y su reforzamiento de las piezas por medio de cemento recubriendo incompletamente los valles; sin embargo, este grado de especialización es mucho menor que en los Elasmotéridos. También es cierto que el género de Ringström presenta reducción de la serie premolar inferior,

estrechamiento anteroposterior de los premolares superior y estrangulamiento del deuterocoño y del protocono en las piezas del maxilar. Pero es indudable que la especialización de los Elasmotéridos llegó a extremos más avanzados e incluso las formas vindobonienses pueden ser consideradas como más evolucionadas a este respecto que las especies del género *Chilotherium*, que son del Pontense. Lógico sería suponer, pues, que si la especie portuguesa fuera de este género su grado de especialización tendría que estar acorde con la del género de Ringström en lugar de hallar, como hallamos, una adaptación mucho más avanzada de lo que correspondería a este *philum*.

Así, pues, las dos formas de Rinoceróntidos del Vindoboniense de Madrid y de Quintanelas deben ser reunidas en una sola, demostrada su identidad, ya no sólo genérica, sino específica.

Barcelona-Sabadell, octubre de 1954.

BIBLIOGRAFIA

- 1864. PRADO, CASIANO DE: *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*. «Junta General de Estadística». Madrid.
- 1917. ROMÁN, F.: *Nouvelles observations sur les faunes continentales tertiaires et quaternaires de la basse vallée du Tage*. «Com. da Com. do Serv. Geol. de Portugal». Tomo XII.
- 1924. RINGSTRÖM, T.: *Nashörner des «Hipparion»-Fauna Nord Chinas*. «Palaeontologia Sinica». Series C. Vol. 1. Fasc. 4. Peking.
- 1948. VILLALTA, J. F. DE Y CRUSAFONT, M.: *Sobre un interesante Rinoceronte («Hispanotherium», nov. gen.) del Mioceno del Valle del Manzanares*. «Las Ciencias». Año XII. Núm. 4. Madrid.
- 1952. ZBYSZEWSKI, G.: *Les mammifères miocènes de Quintanelas (Sabugo)*. «Com. dos Ser. Geol. de Portugal». Tomo XXXIII. Lisboa.

Datos geológicos sobre el nuevo campo petrolífero
de Parentis (Francia)

POR

ANTONIO ALMELA y ENRIQUE DUPUY DE LÔME

ANTONIO ALMELA y ENRIQUE DUPUY DE LÔME

DATOS GEOLOGICOS SOBRE EL NUEVO CAMPO PETROLIFERO DE PARENTIS (FRANCIA)

La Sociedad Esso Standard, con el loable deseo de dar a conocer los magníficos resultados alcanzados con los sondeos hasta ahora realizados en Las Landas, invitó a los técnicos españoles interesados en estos problemas a visitar sus instalaciones y sondeos, ya perforados o en ejecución, en el pueblo de Parentis, a unos 80 kilómetros al Sur de Burdeos.

Fuimos designados para formar parte de los grupos que efectuaron la visita, y como quiera que consideramos de sumo interés dar a conocer la información técnica recogida, damos a la publicidad estas páginas, como complemento de la noticia que en el número anterior de NOTAS Y COMUNICACIONES dió de su visita a esta misma zona el Sr. Cantos.

Tuvo lugar dicha visita en el mes de noviembre de 1954, y durante ella nos fueron mostradas las instalaciones del campo petrolífero, así como las oficinas y laboratorios que Esso Standard tiene en Baigle (Francia).

Los diferentes técnicos de Esso Standard en cada especialidad nos dieron detalladas explicaciones sobre la marcha y resultados de los trabajos de investigación geológica, geofísica y paleontológica y sobre los sondeos en ejecución y en proyecto, así como sobre las

instalaciones de explotación, ya en funcionamiento. A todos ellos, y especialmente a M. Hlauschek, jefe del servicio geológico, hacemos patente desde aquí nuestro sincero reconocimiento por sus atenciones.

ANTECEDENTES

La Sociedad Esso Standard había mostrado ya su deseo de realizar investigaciones petrolíferas en esta zona de Las Landas, al Sur de Burdeos, con anterioridad a la última guerra mundial. Después del paréntesis forzosamente impuesto por ésta, continuaron las negociaciones con el Gobierno francés, y cristalizaron en la obtención, en 1951, de un permiso de explotación que cubre un área considerable de Las Landas, y en el interior del cual se han realizado las investigaciones petrolíferas de que vamos a ocuparnos.

Como, según veremos más adelante, toda la zona está recubierta por una capa considerable de arenas cuaternarias, las investigaciones geológicas preliminares fueron forzosamente muy reducidas y se limitaron, en general, a estudios estratigráficos en los bordes de la cuenca.

Se inició, en cambio, una intensa campaña de prospección geofísica, que comenzó por estudios gravimétricos, que pusieron de manifiesto varias anomalías de la gravedad. Seguidamente comenzaron los estudios de sismica por reflexión, y se detectaron interesantes estructuras que hicieron aconsejable el intentar en ellas sondeos de prospección. El primero de estos sondeos, realizado en Mano, dió únicamente ligeros indicios; pero en el segundo sondeo, ejecutado en las proximidades de Parentis, cerca del lago Biscarrosse, a 80 kilómetros al S. de Burdeos, se encontró una magnífica producción petrolífera que daba a entender, como así se ha

demostrado, que se hallaba la Sociedad ante uno de los campos petrolíferos más interesantes de la Europa Occidental.

Ante este brillante éxito inicial se ha realizado una intensa campaña de prospección y sondeos, de la que nos vamos a ocupar seguidamente.

ESTUDIOS GEOLÓGICOS

La zona en que están enclavadas las concesiones de Esso Standard corresponde a la gran cuenca de Aquitania, y es al conjunto de dicha cuenca adonde se refieren los primeros estudios geológicos generales.

Está limitada la cuenca de Aquitania al Norte, Oeste y Sur por afloramientos de Paleozoico. Corresponden los sedimentos más antiguos al Carbonífero marino, perfectamente datado por abundantes restos fósiles.

Siguen depósitos potentes de Trias, en facies germánica, con Bunt típico, y Keuper yesífero y salino. Es notable la ausencia de calizas dolomíticas del Muschelkalk, fenómeno análogo al que hemos señalado en el Campo de Montiel, en La Mancha.

Sobre el Trias, en el conjunto de la cuenca, se encuentra un Lías fosilífero bien diferenciado, y sobre él la serie jurásica, bastante completa.

Corresponde a los primeros niveles del Cretáceo un Wealdense continental de poco espesor y discontinuo, y encima yace una potente serie caliza marina que corresponde al Aptense y Albense.

Después de una ligera emersión sobreviene la transgresión cenomanense, con depósitos alternados de calizas y margas. Una nueva emersión tiene lugar hasta los niveles altos del Senonense, volviéndose a encontrar depósitos campanienses y maestrichtienses; estos últimos, en general, erosionados.

La serie terciaria, también bastante completa, comprende margas y areniscas, con tramos intercalados de calizas y molasas. Se han distinguido diferentes niveles eocenos, oligocenos y miocenos.

Constituye el recubrimiento de gran parte de la cuenca una potente masa de arenas cuaternarias, que llega a alcanzar 100 metros de espesor, y que, como ya hemos dicho, dificulta notablemente el estudio de la geología de superficie.

GEOFÍSICA

La imposibilidad de realizar estudios tectónicos en el interior de la cuenca, a causa del potente recubrimiento cuaternario a que nos acabamos de referir, obligó, desde el primer momento, a realizar intensos estudios geofísicos en el interior de las concesiones de Esso Standard.

La primera campaña, de estudio exclusivamente gravimétrico, abarcó la totalidad de la superficie de estas concesiones.

En ella se pusieron de manifiesto importantes anomalías de la gravedad que, posteriormente, se demostró no correspondían a estructuras secundarias, por lo cual se han atribuido a irregularidades en el substratum paleozoico.

Otras anomalías, de menor intensidad, han correspondido con estructuras y accidentes detectados más tarde por el procedimiento sísmico de reflexión.

Estos estudios geofísicos, más lentos y costosos, están actualmente en marcha y todavía no han cubierto sino una parte relativamente pequeña del total de las concesiones.

Una cuestión muy importante para poder interpretar con exactitud los resultados de las mediciones geo-

físicas es la determinación, lo más exacta posible, de la velocidad de propagación en las diferentes formaciones y a distintas profundidades.

Este estudio ha sido realizado por Esso Standard durante once meses consecutivos, auxiliado por los datos que ha proporcionado el poder utilizar a estos efectos los sondeos ya realizados o en curso de ejecución, y en la actualidad se encuentra el departamento de geofísica de Esso en posesión de conocimientos suficientes para poder determinar las diferentes velocidades con suficiente grado de aproximación.

Actualmente funcionan, simultáneamente, cuatro equipos de sísmica por reflexión; dos de ellos se dedican a continuar las investigaciones en las estructuras ya descubiertas, e incluso en la misma área del campo petrolífero en explotación. Los otros dos equipos trabajan en el resto de la superficie de la concesión de Esso.

El procedimiento de trabajo es el normalmente empleado en esta clase de investigaciones. Los sondeos alcanzan profundidades que oscilan entre ocho y diez metros y en su fondo se hacen explotar diez o doce kilogramos de dinamita. Se disponen, para cada explosión, seis grupos de geófonos, colocados en línea o bien con diferentes combinaciones de montaje múltiple.

Por último, en cada sondeo, durante el transcurso de su ejecución y al terminarlo, se han realizado investigaciones de testificación eléctrica, según los procedimientos Schlumberger.

SONDEOS

Como hemos dicho ya, el primer sondeo perforado por Esso Standard, en sus concesiones de Las Landas, se situó en Mano, al Este del actual campo petrolífero

de Parentis, en el eje de una estructura detectada por la geofísica. En él se cortó, debajo del Cuaternario arenoso y el Terciario con areniscas y margas, una serie cretácea bastante potente.

Faltan los niveles superiores y el Aptense está constituido por alternancias de margas y calizas margosas poco permeables.

Debajo del Aptense hay un nivelito de arcillas verdes y rojas, que se sitúan en el Wealdense, pudiendo continuarse, quizá, en el Purbek.

El Jurásico comienza en el sondeo a los 900 metros y se extiende hasta los 2.700, límite alcanzado por la perforación.

En el Dogger, calizo-margoso, se encontraron algunos indicios petrolíferos, puestos de manifiesto en el tratamiento por cloroformo de las calizas extraídas en los testigos. El espesor de estas calizas débilmente impregnadas alcanzó unos 600 metros, y se extiende la impregnación del Lías al Lusitaniense.

El segundo sondeo se perforó, como dijimos, en las proximidades de Parentis, unos 80 kilómetros al sur de Burdeos; también en el eje de una estructura detectada por los procedimientos geofísicos.

Se inició la perforación el día 30 de octubre de 1953 y se terminó el 24 de abril de 1954, a los 2.397 metros de profundidad, después de haber cortado en el fondo 150 metros de calizas y dolomías fuertemente impregnadas de petróleo.

La columna estratigráfica que se cortó en el sondeo fué la siguiente:

Sesenta metros de arenas bastas, gravas y arcillas del cuaternario y plioceno muy sueltas, que hubo necesidad de atravesar hundiéndose previamente el tubo-guía, porque se desmoronaban las paredes del pozo.

A continuación, hasta los 1.540 metros de profundi-

dad, se extiende la serie terciaria, compuesta por Eoceno, Oligoceno y Mioceno.

Está constituida por margas grises, a veces verdosas, puras o algo arenosas, con intercalaciones de bancos de arenisca, a veces algo caliza, en tránsito a molasa. En estos niveles son frecuentes los fósiles y, en especial, foraminíferos, entre los que se encuentran varios bancos con abundantes *Operculina* en el Helveciense y otros con *Nummulites* en el Stampiense.

En la base de esta serie hay unos 30 metros de margas gris-verdosas, con hiladas calizas que se atribuyen con duda al Paleoceno. Es notable, en estas capas inferiores, el marcado acunamiento de los niveles, fenómeno que vuelve a producirse en tramos más bajos.

Existe, a continuación, un hiato en la sedimentación y comienza el Cretáceo superior por el Campaniense. Debe hacerse notar que existieron depósitos maestrichtienses, pero fueron posteriormente erosionados.

El Campaniense está constituido por calizas grisáceas y blanquecinas, con algunas hiladas de margas verdosas y areniscas grisáceas. En la base hay unos 50 metros de calizas pardas o negruzcas, y debajo 40 metros de margas de color gris oscuro, con *Lagena* y pequeños *Orbitolinidos* muy cónicos.

Este nivel se atribuye, con dudas, al Cenomanense, basándose en el hallazgo de una nueva especie de *Dictyoconus*, descrita por uno de nosotros (1), a la cual se han atribuido provisionalmente las formas encontradas.

La serie neocretácea, incluyendo estas margas pro-

(1) ALMELA (A.): Una nueva especie de *Dictyoconus* del Cenomanense valenciano, NOTAS Y COM. INST. GEOL. Y MIN. DE ESPAÑA, núm. 16. Madrid, 1946.

bablemente cenomanenses, llega hasta 1.730 metros y, a continuación, se encuentra una potente serie de margas, gris oscuras y negras, que alcanzan hasta los 2.040 metros, aproximadamente.

Los niveles superiores son de color gris más o menos oscuros; pero, a los 1.800 metros, pasan las margas paulatinamente a margas negras, pizarreñas, con algunas hiladas de caliza gris con pintas negras, de aspecto finamente conglomerático.

En esta serie margosa se han encontrado algunos niveles con *Orbitolina*, y se atribuye el conjunto al Albense y Aptense superior. Por su impermeabilidad y gran espesor, constituye una magnífica cubierta para el depósito petrolífero subyacente.

A los 2.040 metros de profundidad comienza una serie caliza muy homogénea que en la parte alta tiene aún algunas *Orbitolinas*. Se trata de calizas blancas, grises o amarillentas, frecuentemente moteadas de negro y muy pobres en fósiles. A partir de los 2.060 metros de profundidad, las calizas pasan a dolomías y aumentan notablemente su porosidad.

Los últimos 180 metros del sondeo atravesaron dolomías grisáceas, con algunas intercalaciones de caliza no dolomitizada. A los 2.340 metros de profundidad, las dolomías, oscuras y compactas, tienen vetas de anhidrita blanca.

A 30 metros del fondo del sondeo se encuentra un nivel intercalado de marga gris verdosa de cuatro metros de potencia.

Toda la serie caliza es muy pobre en fósiles y las dolomías carecen en absoluto de restos clasificables, lo que dificulta en gran manera las determinaciones estratigráficas.

Ya hemos dicho que en la parte alta se encuentran algunas *Orbitolinas* que caracterizan al Aptense, y en una

intercalación caliza entre las dolomías se ha encontrado, a 2.360 metros de profundidad, el *Dictyoconus valnutensis*, que determina el Valanginiense.

En consecuencia, se sitúa la totalidad del sondeo desde la serie margosa, que empieza en los 1.730 metros en el Eocretáceo. Los últimos metros perforados por debajo del nivel con *Dictyoconus valnutensis* pudieran corresponder, quizá, ya al Jurásico.

En las calizas aptenses se encontraron ligeros indicios petrolíferos; pero, al llegar a la zona dolomítica, empezó a encontrarse petróleo en las fisuras y vacuolas, y a los 2.260 metros la roca misma estaba impregnada. Esta impregnación, más o menos intensa, continuó hasta el final del sondeo. Al mismo tiempo, en toda la zona se observó pérdida de lodos que, en algunos sitios, fué total.

Así pues, la impregnación petrolífera se ha producido merced a la porosidad adquirida por las calizas al dolomitizarse, y la roca compacta no tiene indicios de petróleo o, si acaso, sólo en las fisuras, mientras que en las vacuolas se impregna toda la roca con mayor o menor intensidad, según su porosidad y permeabilidad. Medida la porosidad en la zona productiva, se han obtenido valores entre el 10 y el 23 por 100, correspondiendo los máximos, como es natural, a las partes de mayor impregnación. La cuantía de la impregnación petrolífera es indudablemente muy considerable, como atestiguan los ensayos de producción, en los que, con una presión de petróleo en la capa de 240 a 250 kilogramos, se ha obtenido una producción de 16.000 barriles con sólo una pérdida de presión de dos kilogramos, lo cual indica que, solamente en este pozo número 1, la producción puede ser mayor que estos 16.000 barriles diarios. La temperatura en la capa es elevada y llega a los 85°; en la superficie sólo baja a 65°.

El éxito extraordinario alcanzado por este sondeo Parentis número 1, indujo a la compañía concesionaria a proyectar un programa completo de sondeos de prospección y explotación en la estructura, programa cuya ejecución estaba ya, en la época de nuestra visita, bastante avanzado.

La estructura de Parentis se extiende formando un óvalo, de Este a Oeste, y en su centro se encuentra el pintoresco lago de Biscarrosse.

La sismica por reflexión ha comprobado que se trata de una estructura cerrada y homogénea, pero con una estrangulación en su parte central, precisamente en la zona del lago. Los estudios en marcha no han permitido comprobar todavía si la estrangulación es sólo una inflexión de los flancos Norte y Sur de la estructura, o bien es total, existiendo, en realidad, dos estructuras menores independientes, una al Este y otra al Oeste del lago.

El eje mayor se extiende, como hemos dicho, aproximadamente de Este a Oeste.

El pozo Parentis número 2 pretendía investigar la extensión del flanco meridional y fué emplazado en el extremo Sureste de la estructura. Atravesó exactamente la misma serie estratigráfica que el anterior; pero, al llegar a las calizas dolomíticas, se encontró agua salada, indicando así el final por esta zona del campo petrolífero.

El sondeo número 3 de explotación está situado también en las proximidades del eje de la estructura, al Oeste del número 1, y entre aquél y el lago. Exactamente a la profundidad prevista, y al alcanzar el nivel de dolomías, se encontró el petróleo.

Con el sondeo Parentis número 4 se investigó el flanco Norte de la estructura, también en la zona de la misma situada al Este del lago Biscarrosse. Los resultados fueron muy halagüeños, ya que, después de cortar la

misma columna estratigráfica, se alcanzó también el nivel productivo al llegar a las calizas dolomíticas.

El pozo Parentis número 4 fué puesto precisamente en producción el día de nuestra visita.

En el eje de la estructura, y a 200 metros del pozo número 3, fué perforado el Parentis número 5, que asimismo alcanzó el nivel petrolífero a los 2.400 metros, aproximadamente. Cuando lo visitamos se estaban haciendo en él ensayos de testificación eléctrica, pero su puesta en producción era inmediata.

En el extremo oriental de la estructura, y también cerca del eje de la misma, se está perforando el pozo Parentis número 8. Los resultados que en él se alcancen serán interesantísimos desde el punto de vista de la delimitación del campo petrolífero.

En la época de nuestra visita se estaba atravesando la potente serie margosa albense-aptense. Las capas presentaban aquí ya fuertes inclinaciones hacia el Este, demostrando que, conforme lo previsto en los trabajos geofísicos previos, el sondeo estaba emplazado en el borde oriental de la estructura.

Entre el pozo 5 y el lago de Biscarrosse se proyecta emplazar el sondeo Parentis número 6, pues se ha comprobado que la distancia óptima que debe separar entre sí dos sondeos de explotación en el campo petrolífero de Parentis es 1.200 metros, y a esta distancia se van emplazando los pozos 1, 3, 5, 6, etc., que se han situado alineados a lo largo del eje de la estructura.

El pozo Parentis número 7, cuya perforación comenzaba cuando nuestra visita, está situado al Oeste del lago, y se proyecta con él la investigación del área occidental del campo de Parentis.

Se prevé también la perforación de pozos en el interior del lago, cuya profundidad, por otra parte, es sólo de seis a diez metros, pero se tropieza con la di-

ficultad de que el lago Biscarrosse es utilizado por los hidroaviones de una base militar inmediata. Parece que se ha conseguido llegar a un acuerdo y que próximamente se emplazará un sondeo en el centro del lago y otro en sus márgenes.

Es propósito de Esso Standard el proseguir con ritmo acelerado la investigación y puesta en explotación del campo de Parentis.

A estos efectos funcionan simultáneamente cuatro grandes trenes de sondeo, dos de ellos propiedad de Esso Standard y los otros dos que trabajan por contrata.

En una gran explanada, previamente roturada, próxima al pozo número 3, se ha instalado la estación de depósitos, separación, etc., así como las oficinas, laboratorios de campo, etc.

El petróleo es conducido desde los pozos productivos mediante tuberías enterradas hasta esta explanada, en la cual se agrupan las tuberías en un sistema de llaves de paso muy completo, que permite independizar o unir entre sí, respectivamente, cada uno de los pozos productivos.

El petróleo, como hemos dicho, alcanza una temperatura de 65° en superficie y una presión de unas 30 atm. Su peso específico es 0,860.

Desde el juego de llaves antes descrito se conduce al petróleo a cinco separadores de gas; y una vez separado de éste el crudo, es conducido a cinco grandes depósitos de mil metros cúbicos cada uno. Se proyecta triplicar esta capacidad de reserva en el campo, instalándose nuevos depósitos, hasta llegar a un total de 15.000 metros cúbicos.

Desde los depósitos se conduce el crudo por un pipeline hasta la estación próxima y, desde allí, en vagones

cisternas, a Burdeos. Se proyecta la construcción de un pipe-line desde Parentis a Burdeos.

Por cada metro cúbico de petróleo se producen diez a doce metros cúbicos de gas, que, en la actualidad y por falta todavía de instalaciones apropiadas, se hace arder en un lugar adecuado. Este gas produce en destilación un 30 por 100 de gasolina y se proyecta su utilización posterior a estos efectos, e incluso después de separada la gasolina, el aprovechamiento industrial del gas.

En realidad, el campo de Parentis, descubierto muy recientemente, se encuentra todavía en una primera etapa de su desarrollo.

La producción actual sobrepasa poco las 2.000 toneladas diarias; pero puede, sin duda, ser varias veces mayor.

Pero no radica sólo la importancia del campo de Parentis en la producción más o menos grande que de él se puede obtener, sino en las posibilidades que abre para la investigación en la extensa llanura de Las Landas. En efecto, en ella se ha reconocido por los procedimientos geofísicos la existencia de otras estructuras que pueden ser también petrolíferas y que tienen algunas probabilidades de serlo, porque se tienen indicios de que el nivel petrolífero sea muy extenso, ya que se da la circunstancia de que el nivel de gas descubierto en Lacq, a más de 4.000 metros de profundidad por debajo del petrolífero en explotación, se encuentra también en las capas que constituyen el tránsito del Jurásico al Cretáceo, a muchos kilómetros del campo recientemente descubierto.

Además de los sondeos de Parentis que se acaban de reseñar, se han realizado algunos otros en sitios bastante alejados, sin resultados satisfactorios. Así se perforó un sondeo en Roquefort, a unos 70 kilómetros al Sureste

de Parentis, de 1.100 metros de profundidad, que llegó a atravesar el Lías, bajo el que cortó bastante Keuper y un poco de Muschelkalk.

En Carcans, a 45 kilómetros al Noroeste de Burdeos, se perfora otro sondeo, que ha atravesado Terciario y Cretáceo Superior, habiendo llegado a los 860 metros al Cenomanense transgresivo. Falta el Eocretáceo y bajo el Cenomanense se ha encontrado el Jurásico con un Dogger y un Lías fosilífero a 960 metros de profundidad.

Finalmente, otro sondeo se perfora en Bonglon, a 90 kilómetros al Este de Parentis, que hasta el momento ha atravesado el Cretáceo Superior, Coniaciense y Turonense, con caliza cristalina con sílex.

Corte de Santa Suzanne.—Con objeto de establecerse una comparación de los niveles cortados en Parentis con los que en Lacq constituyen el depósito de gas, nos trasladamos a Pau, desde donde hicimos una visita a los afloramientos calizos de la zona de Santa Suzanne, conducidos por el geólogo jefe de la S. N. P. A., M. Bonnard.

Allí, junto al río, se encuentra una cantera de caliza gris negruzca, con bastantes indicios petrolíferos. Constituye esta caliza la parte alta de un paquete calizo que se atribuye al Jurásico Superior-Neocomiense y del que la caliza de la cantera ocupa la parte más alta.

Este paquete calizo, denominado allí caliza inferior, se descompone en los siguientes niveles:

	{	Caliza de Ostracodos.
		» Serpula.
Necomiense		» Characeas.
		» Dictyoconus.
Jurásico superior.....	{	» Pseudocyclamina.
		» Haplophragmium.

Estos niveles del Jurásico Superior son los más bajos que se conocen y no se sabe cuál sea la base de la serie

caliza. El espesor total del paquete calizo no es inferior a 300 metros.

La impregnación petrolífera visible en la cantera se sitúa en los niveles más altos, que son menos compactos que los inferiores. En la cantera se intercala también un banco de marga gris con *Crenacea* y *Choffatella*. El Wealdense no acusa su presencia en esta serie, pero la presencia del nivel de characeas es un indicio de la existencia de aquella facies.

Sobre el nivel de caliza inferior se encuentra otro de margas negruzcas y ojasas denominadas margas de Sante Suzanne con *Ostrea aquila*, de espesor muy variable, que oscila entre los 50 y 300 metros. En las inmediaciones de Lacq este espesor llega hasta 600 metros.

Por último, sobre las margas de Sante Suzanne, se encuentra un segundo nivel calizo, denominado calizas intermedias, que son de color más claro, amarillento, y que pudimos ver en otra cantera próxima. Este se descompone en dos tramos: uno inferior, con *Orbitolina*, *Miliolidos* y *Rudistos*, y otro superior, con *Melobea*.

Como se ve, el paquete calizo que constituye el tránsito del Jurásico al Cretáceo ocupa la misma posición que el que en Parentis contiene el petróleo, y también en Sante Suzanne muestra una ligera impregnación petrolífera, que no puede ser importante, ya que no existen tramos dolomitizados porosos y todo el paquete calizo es muy compacto. Aparte de estas circunstancias, las analogías son bastantes, y teniendo en cuenta la respetable distancia que separa ambas localidades, existe la posibilidad de que el nivel de tránsito del Jurásico al Cretáceo se extienda por una zona importante, en la que se puede repetir en muchos sitios la formación de estructuras capaces de almacenar petróleo, lo que concede una importancia grande no sólo al campo petrolífero ya descubierto en Parentis, sino a la extensa llanura de Las

Landas, en la que no es imposible que se repita el afortunado hallazgo de Parentis.

3.º *Corte de San Esteban*. — A la amabilidad de la ilustre geólogo del Instituto Francés del Petróleo, Mme. I. Gubler, debemos también una interesantísima información sobre el corte del jurásico y cretáceo inferior en San Esteban, cerca de Hasparren, Dep. de Basses Pyrenées.

Se encuentran aquí los siguientes pisos:

Cretáceo Inferior.—Valanginiense. Lumaquela, caliza detritica y oolítica, con

Serpula.

Debajo calizas finas y detriticas con

Ostracodos.

Choffatella.

Textulariella, etc.

Wealdense y Pürbeck.—Facies continental con areniscas calizas con Characeas.

Jurásico Superior.—Virgulense. Lumaquelas con

Exogira virgula.

Calizas finas con pirita.

Jurásico medio.—Argoviense, Calloviense, Oxfordiense:

Areniscas y pizarras con

Crinoides, p. e.,

Balanocrinus; además

Hibolites hastatus, y diversos

Belemnites.

Dogger.—Calizas finas, areniscas y calizas microcristalinas con

Pteropodos.

Stromatoporos.

Lías Superior.—Toarciense-Sinemunense, Pizarras duras, calizo micáceas con

Posidonomyas.

Chlamys acutiradiatus.

Lías Inferior.—Calizas claras, oolíticas, con
Gasterópodos
Carniolas.

El espesor del corte, desde el Lías superior inclusive hasta el límite superior del Valanginiense, es de 552 metros, descompuesto en: Valanginiense, 160 metros; Wealdense y Pürbeck, 40 metros; Jurásico Superior, 95 metros; Jurásico medio, 140 metros; Dogger, 97 metros, y Lías Superior, 20 metros.

Corresponde a niveles algo más bajos que las del corte anterior de Santa Suzanne, pero resulta de gran utilidad para establecer el tránsito de Jurásico Superior a Cretáceo Inferior, tránsito que actualmente constituye la clave de las investigaciones petrolíferas en Las Landas.

Existe aquí el mismo nivel con calizas y areniscas con characeas que hemos descrito en Santa Suzanne, y las calizas del Valanginiense deben corresponder al nivel más bajo alcanzado en los sondeos de Parentis.

Se encuentran también en estas calizas del Valanginiense ligeros indicios petrolíferos.

Enero 1955.

Notas fosilíferas pertenecientes a la hoja geológica
de Puebla de Guzmán (Huelva)

POR

J. DOETSCH

J. DOETSCH

NOTAS FOSILIFERAS
PERTENECIENTES A LA HOJA GEOLOGICA
DE PUEBLA DE GUZMAN (HUELVA)

INTRODUCCION

Dividido el territorio nacional en más de un millar de hojas, escala 1:50.000, de seiscientos kilómetros cuadrados de superficie cada una, de cuya publicación se cuida el Instituto Geográfico y Catastral de España, y debiéndose estudiar la geología de los terrenos comprendidos en el perímetro de ellas, parece oportuno el referir los datos que se vayan obteniendo, bien por trabajos de campo, bien por estudios efectuados en el laboratorio, a las hojas en cuestión.

De esta suerte, al tener que hacer, de nuevo cuño, la hoja correspondiente al Instituto Geológico y Minero de España, o al preparar una nueva edición de una hoja, publicada con anterioridad, será más fácil usar el material de datos existentes de aquella región, delimitada por las coordenadas de la citada hoja.

Los datos, a los que se refiere la presente publicación, están comprendidos en la hoja número 958, escala 1:50.000, titulada «Puebla de Guzmán», aun no publicada por el Instituto Geográfico y Catastral. Comprende varios términos municipales, en parte o en su

totalidad, de entre los que nos interesan principalmente los de Puebla de Guzmán, El Almendro y El Granada.

En el bosquejo de esta hoja, que figura en el plano adjunto (pl. 1), se han señalado los términos municipales y las localidades donde se encuentran los yacimientos fosilíferos de los que se va a tratar.

En el mismo plano (pl. 1), se figura, con diverso color, un croquis geológico de esta hoja, sujeto a revisión.

En líneas generales podemos afirmar, que un corte de Sur a Norte, efectuado a la altura de Villanueva de los Castillejos y siguiendo la carretera de Ayamonte a Aracena, hasta Puebla de Guzmán, y continuando hacia el Norte, desde esta localidad, por la carretera de Paymogo, nos conduce a las siguientes conclusiones (pl. 2).

Partiendo de terrenos llanos, cortados de vez en cuando por la erosión fluvial de la cuenca del río Guadiana y que geológicamente corresponde al carbonífero inferior, en su facies marina, o sea, al Dinantiense, edad comprobada por los varios yacimientos fosilíferos con Posidonomías Becheri, allí existentes, al subir hacia la Sierra del Almendro, junto y al Norte del pueblo de dicho nombre, se encuentran las formaciones dinantienses cortadas por asomos de rocas ígneas alineadas en dirección casi E-W. Estas rocas ígneas están constituidas, esencialmente, por rocas básicas y rocas ácidas, estando, generalmente, las primeras situadas hacia el Sur y las segundas en la parte Norte de los asomos. La potencia media de estos asomos alineados, es de un centenar de metros y la longitud de ellos es superior a la decena de kilómetros. Pasando las rocas ígneas, aparecen las rocas silurianas, constituidas por pizarras algo arcillosas, hojosas, de colores varios, concordantes con horizontes de cuarcitas, diseminadas en estas formaciones.

BOSQUEJO GEOLOGICO

Escala 1:200.000

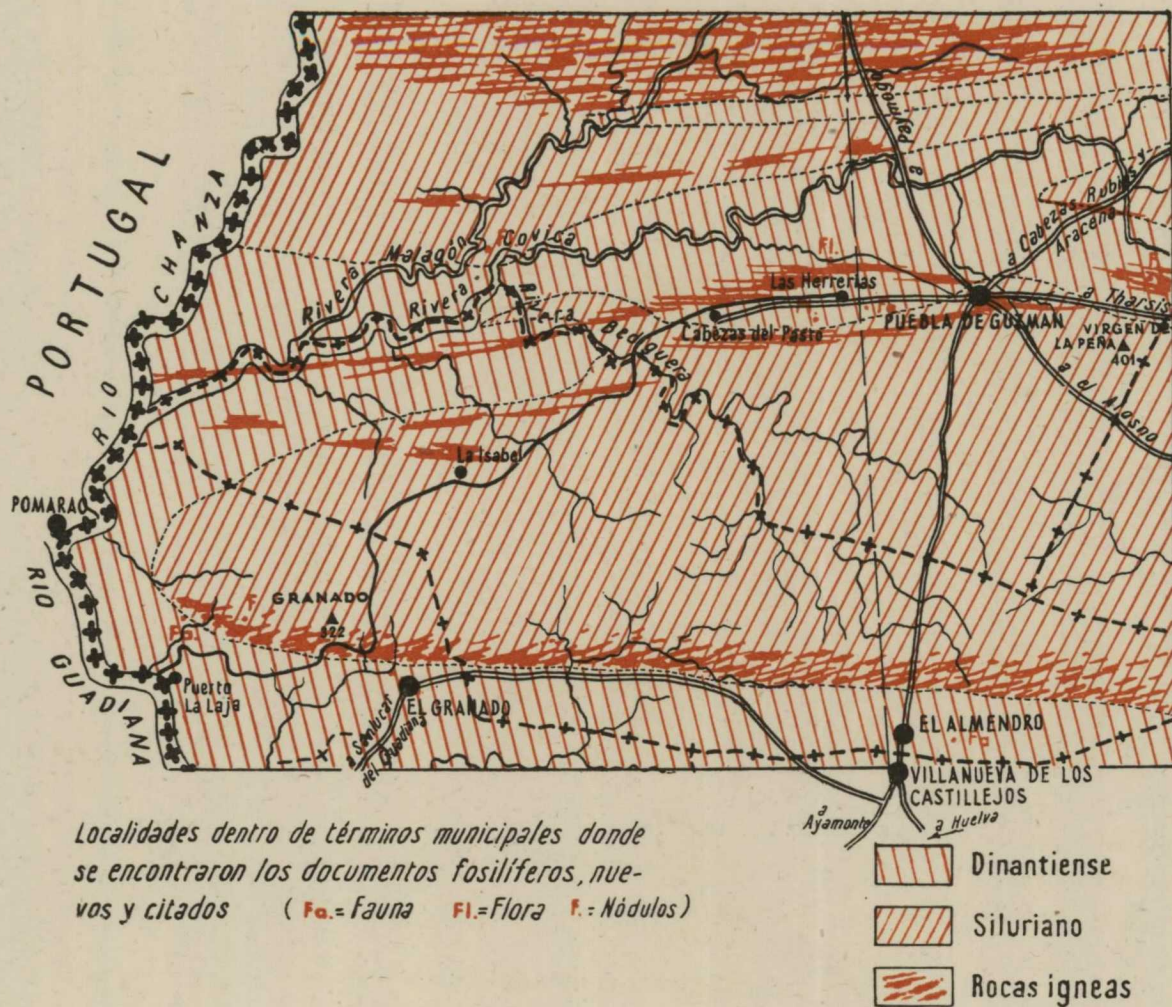


Fig. 1.

Estas formaciones silurianas están cortadas, en la parte Oeste, en dirección del río Guadiana, por rocas muy básicas, del tipo gabroídico y textura diabásica.

Tienden los terrenos silurianos, en la parte occidental de la hoja, a arrumbarse al NW, antes de pasar a Portugal, estrechándose, en la parte que afloran, nota-

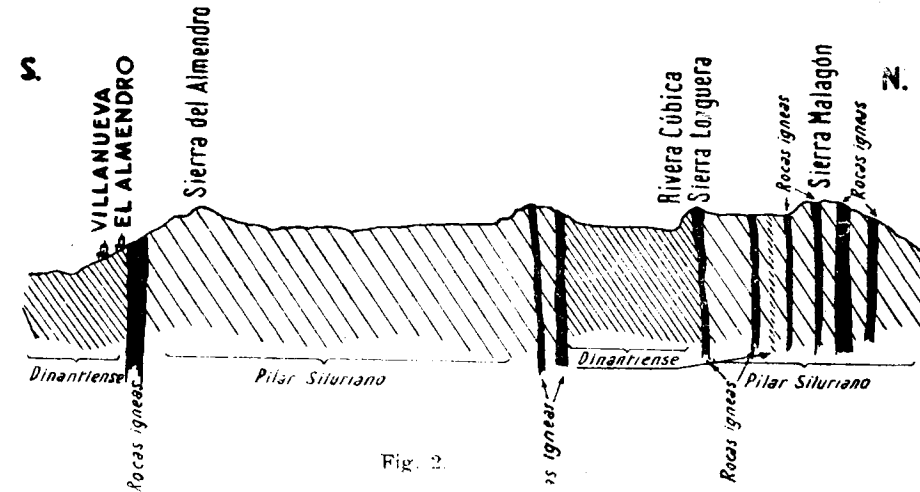


Fig. 2.

blemente, y quedando recubiertas por terrenos dinantienses hacia el SW.

A la altura de Puebla de Guzmán, quedan cortadas las formaciones silurianas y son patentes las intrusiones de rocas ígneas, alineadas también E-W, más o menos. Predominan aquí las rocas ígneas básicas, estando éstas representadas por las diabasas albiticas.

Las formaciones sedimentarias que suceden a las silurianas, son, sólo junto a La Puebla, de dudosa clasificación, por estar bastante alteradas, aun cuando nos inclinamos a que se trata en toda esta área de horizontes del dinantiense, que, a su vez, es sustituido, en la Sierra de la Longuera, por formaciones silurianas recoradas por débiles asomos ígneos.

Más al Norte, aparecen las rocas ígneas ácidas e intermedias, siendo, entre éstas, las porfiritas cuarcíferas las que más resaltan, volviendo nuevamente a encontrarse rocas silurianas.

El corte que acabamos de reseñar está esquematizado en el plano 2, como ya dijimos.

En resumen: basados en los datos que hasta el presente poseemos, parece ser que las formaciones silurianas, plegadas con anterioridad, quedaron cortadas repetidas veces en dirección E-W, término medio, por esfuerzos tectónicos, formándose pilares y fosas. Las partes hundidas fueron cubiertas por sedimentos del carbonífero inferior. Posteriormente los sedimentos silurianos y carboníferos fueron plegados y levantados antes de que comenzara el carbonífero medio o productivo.

Las intrusiones de rocas ígneas que jalonan con mayor o menor intensidad los pilares tectónicos silurianos, debieron tener lugar, bien en el período orogénico que plegó conjuntamente a las formaciones silurianas y del carbonífero inferior, bien posteriormente. Esta afirmación se funda en el hecho de que las intrusiones aparecen rompiendo a través de las formaciones dinantienses, en algunas localidades.

Siempre, sin embargo, queda la puerta abierta para admitir varias fases de intrusiones ígneas, la primera de las cuales pudo tener lugar antes de comenzar el dinantiense, causada, precisamente, por los grandes esfuerzos tectónicos, que trocearon las formaciones silurianas.

De este tema tectónico, tan interesante, se tratará en otro trabajo.

Vengamos ya a hablar de los fósiles.

Dos son principalmente los puntos de interés que presentamos en esta comunicación. Uno de ellos se re-

laciona con la fauna; el otro, con la flora de la comarca. El primero se concreta a un estudio de las rocas sedimentarias primarias horadadas, tratándose generalmente de pizarras más o menos arcillosas y a publicar unas fotografías de varios géneros de braquiópodos y moluscos y otros fósiles, de difícil clasificación, pertenecientes a la fauna dinantiense de la región.

En el segundo punto se hablará de los datos de la flora dinantiense que hasta el presente hemos reconocido. Entre ellos se numeran unas sphenophyláceas, unos tallos vegetales y también, quizá, unas algas.

En consecuencia, el trabajo constará de dos partes: la primera tratará de la fauna; la segunda parte, de la flora de la región de referencia.

PRIMERA PARTE

LA FAUNA

Aparte de los fósiles enumerados en el trabajo publicado sobre Puebla de Guzmán (op. cit.), a los cuales hay que añadir un *Spirifer*, de muy dudosa clasificación, por su defectuoso estado de conservación, encontrado en los filadíos del siluriano inferior, concordantes con las potentes capas de cuarcitas existentes en la cantera o pedrera oriental de las explotaciones mineras de las minas de Cabezas del Pasto, vamos a tratar, en particular, con alguna detención, del problema de las pizarras primarias perforadas y de ejemplares diferentes de la fauna dinantiense de esta región.

A) *Las pizarras perforadas.*

Es, hasta cierto punto, frecuente encontrarse en determinados sitios, comprendidos en terrenos primarios,

trozos de roca sedimentaria horadada. Las dimensiones y forma de estos huecos es variable. Comúnmente se observan huecos de sección circular o elíptica aproximadamente, existiendo casos en los que se superponen, en parte, varios huecos.

No se excluyen otras formas. Muy al contrario. Hemos recogido, hace poco, un ejemplar que presenta un hueco, en forma de hendidura alargada, rectilínea. La roca es una pizarra, poco arcillosa, siluriana de la región de Paymogo. Parece como si la causa del hueco no hubiese actuado normalmente sobre la superficie de la pizarra, sino con gran inclinación sobre ella.

Las dimensiones de las secciones es variable, pudiendo llegar a tener un solo hueco hasta 5,6 cm. de diámetro mayor, mientras que la hendidura rectilínea tiene unos 6,2 cm. de longitud y aproximadamente 1 cm. de anchura. Comúnmente tienen una altura comprendida entre 1 y 3 cm.

Se los encuentra en estratos silurianos y dinantienses. Los primeros están constituidos por pizarras poco arcillosas y bastante hojosas, pasando, a veces, a verdaderos filadíos. Uno de los lugares donde hemos visto profusión de ellas es junto a la represa, construida en la ribera Bediguera, en la parte occidental del agreste macizo siluriano llamado Cabezas del Pasto, en el término municipal de Puebla de Guzmán. Arrumban allí los estratos N-70°-W, por término medio y buzan fuertemente al N.

Los estratos dinantienses que muestran trozos perforados, están constituidos por pizarras arcillosas, untuosas al tacto, que en algunos lugares como, por ejemplo, a la salida de las Herrerías, hacia Puebla de Guzmán, en la esquina NE. del terraplén del campo de deportes, construido por la sociedad de Minas de Herrerías, son, bien de color gris claro en profundidad, y

toman tintes verdosos pardos en la superficie, o bien de color pardo con superficie rugosa, como a la salida de Villanueva de los Castillejos en la carretera de Huelva. La dirección media es de N-70°-W y buzan casi verticalmente, tendiendo su inclinación al N.

La cronología de estos estratos dinantienses se ha efectuado, en el primer lugar citado, mediante documentos fosilíferos, pues en las mismas pizarras aparecen, junto con los huecos, las características Posidonías Becheri. En el segundo lugar, del que se ha hablado, la edad se fundamenta en caracteres litológicos y estratigráficos.

Detengámonos ahora a considerar el origen de estos huecos. El problema de las pizarras horadadas lo planteamos de la siguiente forma. Partimos del hecho indudable de la existencia de pizarras perforadas con contornos más o menos regulares, de dimensiones variables y de altura o profundidad no uniforme. ¿Cuál es la explicación real y objetiva de la causa que origina estos orificios?

Hasta el presente momento, parece que sólo se han propuesto dos soluciones hipotéticas al problema planteado.

La primera de las dos soluciones parece que admite, además de la posibilidad, la probabilidad de que dichos huecos son efectos de fuerzas hidráulicas, de gotas de agua incidentes, sucesiva y repetidamente en el mismo sitio. Llamaremos, pues, a esta hipótesis explicativa en lo sucesivo, hipótesis o *solución de energía hidráulica*.

Esta hipótesis se funda en un fenómeno evidentemente cierto. Hace revivir el aforismo latino: «Gutta cavat lapidem, non semel sed saepe cayendo». o sea, dicho en castellano: la gota perfora la roca no incidiendo una sola vez en ella, sino repetidas veces.

En cambio, la conexión necesaria que ha de existir,

según la teoría, entre el poder perforador de las gotas de agua y la roca horadada, *in situ*, no se vislumbra claramente.

La razón es la siguiente: No se trata de explicar los huecos que se encuentran en trozos de roca, que yacen sobre la superficie terrestre. El problema es explicar el porqué aparecen los huecos, cuando se arranca un trozo de ella, de la roca viva, que aflora o no. ¿Es que existen los huecos en la pizarra? O, por el contrario, ¿estos huecos se forman al golpear la roca? La recta explicación será diferente en cada caso de los dos señalados, pero coincide en varios puntos.

En ambos casos, habría que admitir que las gotas de agua hubiesen actuado sobre el plano de sedimentación de la roca, con anterioridad al plegamiento, ya que en la actualidad las rocas que conocemos se encuentran en pliegues isoclinales, buzando con gran inclinación al Norte, o están prácticamente verticales.

Por otra parte, el fenómeno de la actuación de las gotas de agua, habría tenido que verificarse selectivamente sobre la superficie de sedimentación de estas rocas, durante sucesivas emersiones, partiendo del sinclinal en que se iban depositando, debido a que los huecos se encuentran en estratos superpuestos y que el conjunto de estratos alcanza una potencia que se cifra, en casos, en decenas de metros. Además, en el caso de pizarras dinantienses, las Posidonomías nos ofrecen un buen documento para afirmar que esos sedimentos son marinos, de cierta profundidad. No es este último argumento de mucha fuerza, en verdad sea dicho, puesto que en las formaciones marinas dinantienses de esta región se encuentran, con relativa frecuencia, en la superficie de los estratos, surcada por figuras parecidas a los «ripple marks», lo que indica que, sucesivamente, al finalizar la sedimentación de un estrato, éste ha emergido.

Pero en estos estratos, hasta el presente, no he podido encontrar el más mínimo vestigio de Posidonomías.

Aun dando por verdadero que en sucesivas emersiones se hubiesen formado los agujeros que encontramos en la actualidad, éstos, en la inmersión inmediata, se tendrían que rellenar con materiales que forman el estrato inmediatamente superior, que comúnmente es diferente del inmediato inferior. Habría una diferencia litológica, que se haría notar entre el relleno del hueco y el material del estrato anteriormente existente.

Posteriormente todos los estratos, los provistos de huecos repletos con material posterior y los que no poseen agujeros, seguirían la misma suerte de metamorfismo y plegamientos y el relleno llegaría a nosotros, con ciertas notas distintivas que no hemos podido observar hasta la presente fecha.

Por las líneas que anteceden, se entiende que no parece admisible mantener la hipótesis de huecos preexistentes en la roca. Tendría que explicar la causa por la cual los huecos no han sido colmados con algún material. Solamente en el caso excepcional, en que al terminar la sedimentación sucesiva, el estrato provisto de huecos pasara directamente a las fases litogénicas, se podría admitir, hasta cierto punto, que los huecos quedarán sin relleno. En este caso, habría algunos indicios fenomenales de este hecho, que hasta el presente momento no hemos podido comprobar.

La segunda solución se podría llamar hipótesis o solución de *energía química*. Partiendo del hecho observado que, tanto los estratos silurianos como los dinantienses de esta región, contienen nódulos, que por las presiones tectónicas tienen formas aplanadas y están generalmente orientados y alargados en dirección Este-Oeste, fenómenos que primeramente fueron observados por el eximio ingeniero de Minas, don Joaquín Gonzalo

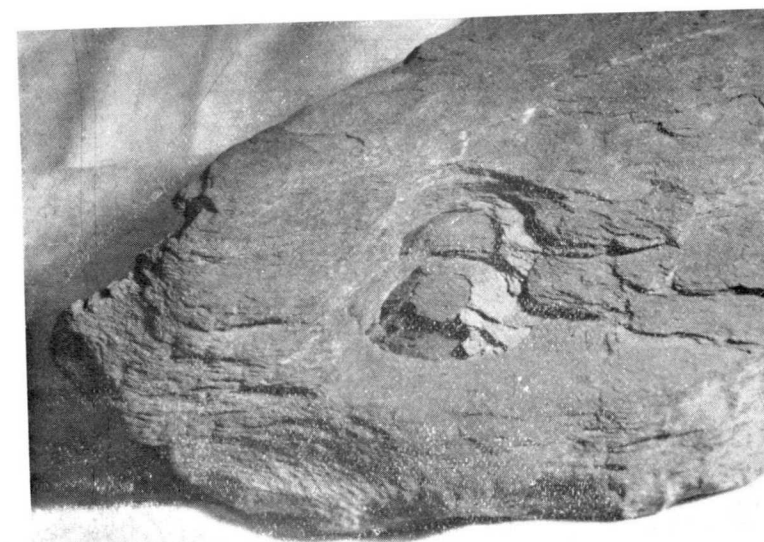
y Tarín, como hicimos notar en nuestro trabajo relacionado con el término de Puebla de Guzmán (op. cit.) y que tiene su importancia para el estudio geológico-estructural de la región, se podría admitir que nódulos parecidos, de tamaño más pequeños que los que hemos visto (fot. 1) en la trinchera 80 del ferrocarril minero de Las Herrerías al puerto fluvial sobre el río Guadiana, denominado La Laja, hubiesen sido disueltos por las acciones químicas de disoluciones acuosas convenientes, debido a que estos nódulos en su gran mayoría, por lo menos los de edad dinantiense, deben su origen, comúnmente, a seres en algún tiempo vivientes y que gracias al poder reductor de la materia orgánica ha dado lugar a la formación de dichos nódulos.

Esta solución parece que adolece de veracidad en las explicaciones de los hechos. Podría ser la solución verdadera si explicara, conforme a la realidad, las dificultades siguientes. Damos, por supuesto, que existan tales nódulos; ¿cuándo se verificó la disolución? ¿Inmediatamente después de la sedimentación? Volveríamos a tener que dar la explicación de la teoría anterior y encontraríamos las mismas reservas allí consignadas. Luego la disolución se llevó a cabo terminada, o casi terminada, la fase litognica-tectónica, que nos ha legado los estratos plegados isoclinamente y casi verticales. En este caso se verían algunos indicios, algunas señales de esa disolución *in situ*, lo cual no se compagina con los hechos observados hasta el presente, ya que no se puede admitir como explicación fehaciente, los nódulos atacados y a veces adornados con cuarzo hidrotermal, bordeando la parte del perímetro del nódulo, cuando una veta, de esta especie mineral, corta algún que otro nódulo.

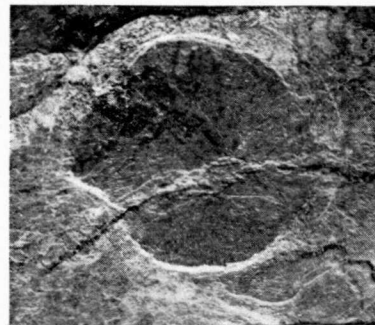
Además, la impresión del nódulo en la roca, en la cual está engastado, es bien distinta a los huecos de que



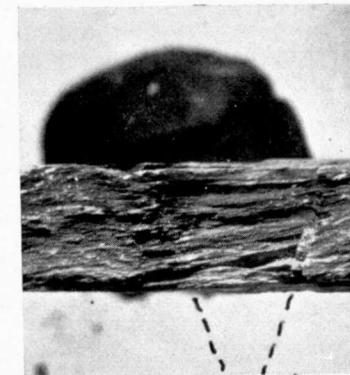
Fot. 1.—Superficie de un estrato dinantiense que presenta numerosos huecos, producidos por la desaparición de nódulos. La flecha indica el mango del martillo. Trinchera 80 del ferrocarril minero de Las Herrerías a La Laja.



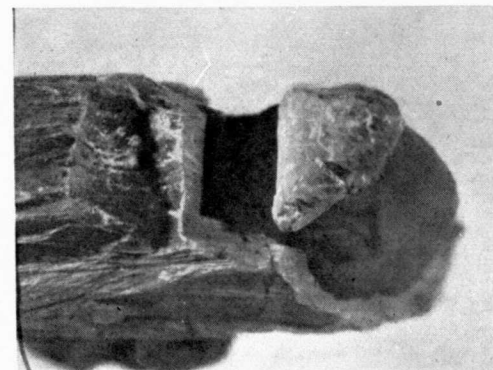
Fot. 2.—Dos huecos rellenos, parcialmente superpuestos. Roca siluriana. Las Cabezas del Pasto. $\times 1/3$.



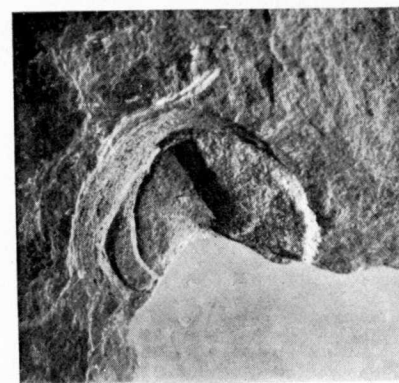
Fot. 3.—Recorte visible en el plano de sedimentación (tamaño natural).



Fot. 4.—Estrato pizarreno con huevo cónico (las líneas de trazos prolongan las generatrices cónicas) (tamaño natural).



Fot. 5.—Recorte hueco y el relleno de igual material separado (tamaño natural).



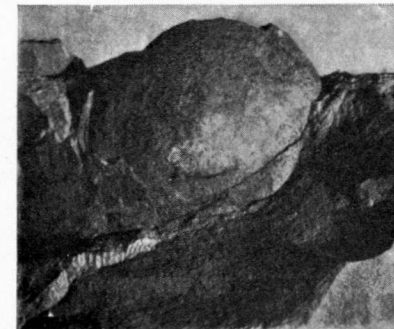
Fot. 6.—Residuos orgánicos en el límite del relleno y del hueco recortado (tamaño natural).



Fot. 7.—Organismo perforador (tamaño natural).



Fot. 7 bis.—Desconocido. Trinchera 87 (tamaño natural).

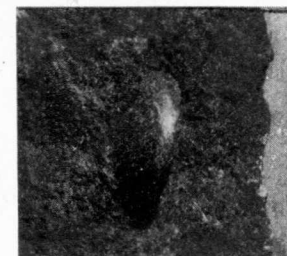


Fot. 8.—Desconocido. Trinchera 87 (tamaño natural).

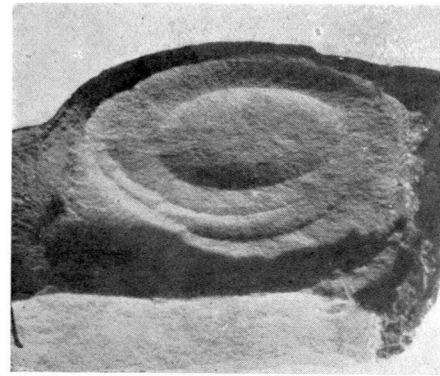


Fot. 9.—Desconocido.
Trinchera 87
(tamaño natural).

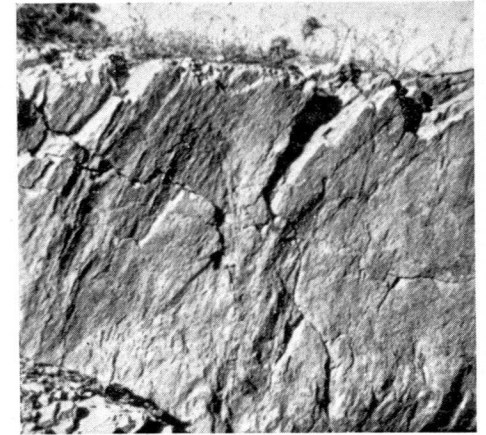
Fot. 10.—Desconocido.
Trinchera 87
(tamaño natural).



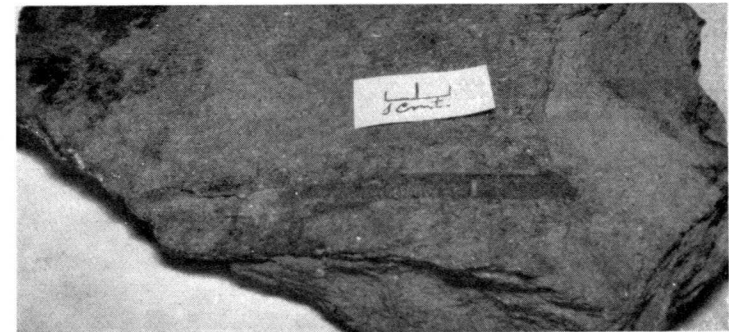
Fot. 11.—Desconocido.
Trinchera 87
(tamaño natural).



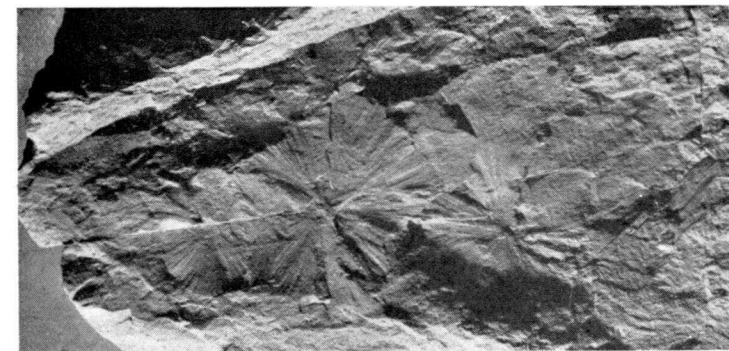
Fot. 12.—Molde de un ser orgánico desconocido. Llanos de la Peña. $\times 1/2$.



Fot. 13.—Trinchera en la carretera de Puebla de Guzmán a Cabezas del Pasto. La flecha indica el lugar de la impresión fosilífera.
 $\times 1/10$.



Fot. 14.—Tallo vegetal. Confluencia antigua de las riberas Malagón y Bediguera.



Fot. 15.—*Sphenophyllum Sunctae Barbarae*. Mina «Santa Bárbara». Herrerías. $\times 1/2$.

tratamos. Esto no sólo es verdad en lo referente al tamaño, sino también a la configuración del interior del hueco.

Fundados en hechos observados en las pizarras dinantienses y concluyendo por analogía, la explicación de los datos que ofrecen las pizarras perforadas silurianas, admitimos como hipótesis de trabajo más verídica una tercera solución que llamamos hipótesis o solución *biológica*. Es la más sencilla y obvia. Por ello tiene el sello de ser la más conforme a los hechos verificados.

Toda hipótesis se ha de basar en hechos observados. Estos se pueden dividir, en nuestro caso, según la edad geológica a que pertenecen, en material siluriano y en material dinantiense.

Las pizarras silurianas filadidas, arrancadas de los estratos casi verticales, orientadas N-70°-W, cercanas a la represa citada, ofrecen al ser golpeadas, huecos de variados tamaños, con cierto predominio de grandes huecos. Estas perforaciones, cuidadosamente estudiadas, presentan un relleno de iguales características físico-químicas y petrográficas que el material de la pizarra en que está practicado el orificio, diferenciándose el conjunto de cualidades físico-químico-petrográficas, aunque en mínimas proporciones, de estrato a estrato.

El límite entre el relleno y la pared interna de la perforación, comúnmente en este material siluriano, no es claramente visible, pero como sabemos que estudiando el efecto se viene en conocimiento de la causa, existe de hecho este límite, pues al golpear el trozo de roca salta el relleno y queda patente el hueco recortado.

Hecho curioso, nos ofrece este material siluriano. Es el fenómeno de huecos parcialmente superpuestos. La fotografía 2, ya publicada (op. cit.), muestra un ejemplar en el cual se puede observar la superposición parcial y parte del relleno. Todo este material procede del

macizo siluriano de Cabezas de Pastos (Puebla de Guzmán, Huelva).

Pasemos ya a las formaciones dinantienses. Las pizarras arcillosas, untuosas al tacto, de fractura más o menos tabular, muestran iguales fenómenos. Aparecen, en los planos de sedimentación, recortes visibles a simple vista (fot. 3), y, golpeando el trozo de pizarra, salta el relleno cónico o cilíndrico, de sección circular o elíptico (fot. 4), dejando el hueco recortado (ejemplar recogido en el campo de deportes de Las Herrerías). En la fotografía 5 se observa el recorte y el relleno separados.

Nota destacada de estas pizarras es que el límite, entre el relleno del hueco y las paredes internas de la perforación, está señalada por unos residuos de carácter orgánico, análogo al que se encuentra en los documentos fosilíferos que presentan estas pizarras.

Estos residuos que separan el relleno de la perforación de la pared interna del hueco son frecuentemente visibles a simple vista y se pueden observar en la fotografía 6. Este ejemplar no se ha tratado con reactivo alguno, sino que ha sido fotografiado directa y algo oblicuamente al eje del hueco.

Sería interesante estudiar la relación del elemento carbono y de su isótopo 13, o sea, la relación C_{12}/C_{13} , presentes ambos en los organismos, alguna vez vivientes.

En la fotografía número 7 se aprecia un hueco, de eje algo inclinado, sobre el plano de sedimentación. En el relleno se pueden observar ciertas extrañas formas que pertenecen a algún ser, productor de ese hueco.

Tomando como base estos hechos documentales, podemos inferir, con bastante seguridad, que la causa de los huecos en las pizarras debe atribuirse a organismos. La explicación podría ser la siguiente:

Junto con la fauna dinantiense, en particular, con las Posidonomías Becheri, existían en esta región ciertos organismos litófagos, pertenecientes a la clase de los gusanos (recordar los Scolithus del siluriano) o a la de los moluscos perforadores de sedimentos.

Después de muertos estos seres, los procesos de sedimentación de la pizarra, harían penetrar en ellos el material que se depositaba a su alrededor, desapareciendo, en su mayor parte, las partes blandas del organismo. Sin embargo, se establecería un corte neto entre el sedimento interno y el externo, debido al caparazón o parte más resistente del ser orgánico, que también sufriría mayor o menor descomposición.

Durante los procesos lito-orogénicos subsiguientes, esta diferenciación quedaría respetada, en mayor o menor grado y perseveraría hasta nuestros días.

Esta misma explicación se puede aplicar a los fenómenos observados en las pizarras silurianas, sin que se ofrezca alguna dificultad con sólo admitir la persistencia en el siluriano de los seres litófagos.

Si queremos afinar más aún y determinar la clase, género y especie del ser orgánico litófago, causante de estas perforaciones, tenemos que darnos en la actualidad por vencidos, hasta tanto que no se tenga la suerte de encontrar algún ejemplar en buen estado de conservación.

Por lo dicho hasta aquí creemos sinceramente, que la hipótesis biológica, es la única aceptable con vista a dar una explicación sencilla y conforme con los datos recogidos y observados.

* * *

Vengamos ya a describir los demás hallazgos paleontológicos.

B) Otros hallagos faunísticos.

Se hallan en plena formación dinantiense en que los horizontes están constituidos por pizarras arcillosas, de colores pardos predominantes, ubicada en la trinchera 87 del ferrocarril minero de Las Herrerías al puerto fluvial de La Laja. Arrumban casi E-W. En estos horizontes abundan las Posidonomías y los moldes se conservan relativamente bien. En uno de los ejemplares de Posidonomías se podía aun ver parte de la concha. El buzamiento es casi vertical, tendiendo al Norte.

Allí hemos encontrado una serie de curiosos ejemplares que, debido al mal estado de conservación, son difíciles de clasificar. Es nuestro deseo, el hacer público las fotografías de estos ejemplares de la fauna dinantiense, por si en alguna parte se hubieran encontrado géneros o especies parecidas y mediante ellas lograr la identificación y clasificación de estos hallazgos paleontológicos.

En la fotografía número 7 bis se representa, en tamaño natural, un ejemplar desconocido, en forma de «croissant», que no sabemos a qué clase de seres pretéritos se pueda referir.

En las fotografías números 8 y 9 se puede observar, al parecer, un braquiópodo, asimismo desconocido.

Finalmente, en las fotografías números 10 y 11 se pueden apreciar dos ejemplares que estimamos pertenecer a los braquiópodos. Tienen la particularidad de tener la parte inferior biselada.

La fotografía 12 representa un molde de algún ser desconocido, a tamaño natural, que en determinados lugares del dinantiense onubense suelen abundar. Así, por ejemplo, en el paraje de Los Guijos, al SE. de El Alosno.

El ejemplar está recogido en los llanos de la Peña, al NE. de Puebla de Guzmán.

Cerca, y algo al Norte de El Granado, los hemos visto también.

Habrá que esperar hasta dar con ejemplares mejor conservados para poder incluir estos documentos en el cuadro sistemático de los seres fósiles.

Con esto damos por terminada la parte correspondiente a la fauna y pasamos a describir los hallazgos correspondientes a la flora, mostrando los ejemplares que hemos podido encontrar, hasta el momento, en esta comarca.

SEGUNDA PARTE

LA FLORA

Durante los años que llevamos estudiando la región, hemos logrado descubrir tan sólo en tres lugares diferentes residuos fosilíferos vegetales.

En dos de ellos la conservación de esos residuos es tan defectuosa que son bastante difíciles de catalogar.

El residuo vegetal del último lugar reseñado, está relativamente bien conservado y ha podido ser clasificado. La especie, sin embargo, no ha sido posible encontrarla entre las especies catalogadas pertenecientes al género y familia correspondientes. Así nos hemos visto obligados a darle un nombre propio, eligiendo un nombre toponímico apropiado.

Describimos a continuación los tres yacimientos fosilíferos:

1) *Yacimiento en el km. 4,9 de la carretera de Puebla de Guzmán a Las Cabezas del Pasto.*

En la trinchera de esa carretera, en la parte Norte, se observan pizarras arcillosas, pardo amarillentas, de fractura más o menos tabular, alternando con bancos, de poco espesor, de grauvacas. Arrumban W-5°-S y son casi verticales. Por consideraciones litológicas y estratigráficas, se trata de horizontes dinantienses.

Los planos de sedimentación de las pizarras muestran una serie de impresiones bastante alargadas, de unos 42 cm. de longitud, que deben referirse a algas o fucoides (fot. 13).

2) *Yacimiento situado en la parte occidental del collado que separa las riberas Malagón y Cúbica, en su antigua confluencia.*

Clasificamos esos terrenos en el trabajo anterior (op. cit.) como dinantienses y establecen actualmente una unión entre los terrenos del carbonífero inferior de Puebla de Guzmán con los de la región de Valcampero.

Están constituidos por pizarras arcillosas y otras con granos finos de cuarzo. Su orientación media es de N-80°-W y su buzamiento es variable, ya que existen frecuentes trastornos en ese área.

Los tallos de restos vegetales que aparecen allí tienen más de 16 cm. de longitud y el ejemplar fotografiado (fot. 14) tiene unos 11 cm. de largo.

Ni en el tallo, con estrías longitudinales, ni en el molde interno se ofrecen caracteres determinables.

3) *Yacimiento en la Mina Santa Bárbara del grupo de Las Herreras.*

En las explotaciones, a cielo abierto, que se llevan a cabo en la mina Santa Bárbara, perteneciente al coto minero propiedad de la Sociedad Anónima Minas de Herreras, se benefician rocas sedimentarias cupríferas. Estas están constituidas por pizarras y grauvacas alternantes con predominio de las primeras. Por consideraciones litológicas y estratigráficas se las consideró como dinantienses (op. cit.).

Están encajados estos estratos entre dos diques de rocas ígneas básicas, diabasas albiticas, tan frecuentes en esta comarca y arrumban N-80°-W, siendo su inclinación al Norte muy próximos a los 90°.

No trataremos aquí del origen del enriquecimiento de cobre de estos estratos. Dejaremos este y otros puntos de interés para otra publicación.

Por una casualidad pudimos encontrar un trozo de pizarra arcillosa, arrancada de los estratos, por un barrenado, con la cara de sedimentación al descubierto. En ella se manifiestan las impresiones que reproduce la fotografía 15.

Se trata indudablemente de ejemplares pertenecientes a misma especie. El género del que forman parte, de acuerdo con los especialistas del Laboratorio Paleontológico del Instituto Geológico y Minero de España, no es otro que «*Sphenophyllum*», único representante de las *Sphenophileas*.

«El género de *Sphenophyllum* difiere de los géneros *Annularia*, *Calamocladus* o *Asterophyllites*, por sus hojas menos numerosas, uniformes, con frecuencia divididas, cruzadas por nervios dicótomos y por los surcos del tallo no alternantes. Las articulaciones están separadas por nudos circulares salientes, lo que permite distinguirlas, aunque no lleven hojas, de los ramitos de los *Calamites*. Sin duda fueron plantas acuáticas flotantes por su parte superior. No tienen afinidades con ningún género

viviente, y así se la considera como flora extinguida.»

Hasta aquí la descripción que hace el insigne D. Lucas Mallada del género *Sphenophyllum* en su sinopsis de las especies fósiles de España.

El ejemplar descubierto puede describirse así:

Los verticilos están formados por ocho hojas iguales. Las hojas son, al parecer, sesiles, casi triangulares y ligeramente dentadas en la base del triángulo. En cada diente de la periferia termina un nervio, pero que parece dicotomizarse.

Las impresiones de las tres coronas que forman los verticilos, son casi circulares y el diámetro, de cada una de ellas, de mayor a menor, son respectivamente de 4,9 centímetros, de 4 cm. y de 3,4 cm.

Las dimensiones de las hojas de los ejemplares varían entre 2,4 cm. y 1,6 cm., longitudes correspondientes al mayor y menor ejemplar, respectivamente.

No pudiendo encontrar en los catálogos publicados ninguna especie parecida a la de los ejemplares encontrados en la mina de Santa Bárbara la denominaremos *Sphenophyllum Sanctae Barbarae*.

* * *

Con esta descripción damos por terminadas estas notas, rogando a los lectores tengan la bondad de comunicar los comentarios que estimen oportunos, enviándolos al autor, con el fin de que se esclarezca la verdad.

BIBLIOGRAFIA

DOETSCH, J.: *Introducción a un Estudio del término municipal de Puebla de Guzmán (Huelva)*. «Boletín del Inst. Geol. y Min.», 1953.

Un yacimiento de caolín sedimentario en la cuarcita armoricana de la Sierra del Pedroso (La Reigada, Avilés, Asturias)

POR

JOAQUIN GOMEZ DE LLARENA

JOAQUIN GOMEZ DE LLARENA

UN YACIMIENTO DE CAOLIN SEDIMENTARIO EN LA CUARCITA ARMORICANA DE LA SIERRA DEL PEDROSO (LA REIGADA, AVILES, ASTURIAS)

INTRODUCCIÓN

Como siempre, la tarea más delicada de un autor es la rebusca de datos sobre el tema que se propone tratar, para darse cuenta de si ya otro antes lo ha señalado. En nuestro caso, sólo vagas noticias podemos anotar sobre el caolín sedimentario, lo mismo de Asturias que de cualquier otro sitio de Europa, intercalado en la cuarcita del silúrico inferior. Aunque resultado de una rápida excursión y falta de mayor precisión en los detalles, estimamos de interés general esta nota y creemos oportuna su publicación, confiando en poder presentar más adelante otra en donde se contengan referencias bibliográficas más completas y descripciones detenidas de esta sedimentación rítmica, alternante, que aquí hemos observado entre la cuarcita constituida por granos menudos de cuarzo, escasamente cementados por la misma sílice, y los lechos de caolín puro, que cuando adquieren espesor suficiente son explotables industrialmente, como ocurre en esta zona objeto del presente trabajo.

* * *

Este yacimiento se halla situado a unos 12 kilómetros en línea recta de Avilés, según rumbo al SSO., en la Sierra del Pedroso, que se alza a Levante de La Reigada, caserío contiguo a la carretera que, desde Avilés por Illas y La Peral, alcanza el valle del Nalón, al N. de Grado. En los mapas antiguos (Schulz, Adaro) esta sierra lleva el nombre de Bufarán en su segmento inferior, próximo a Grado, y los de Linax, Faidiello y Gorfoli y otros en su prolongación hacia el NE. En la hoja del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000, sólo aparece en lugar de estos nombres el de Sierra del Pedroso y Alto de la Degollada. El segmento que aquí nos interesa queda comprendido entre La Reigada y el congosto de Peñafior, en donde el río Nalón pone al descubierto los estratos subverticales que lo integran. Así limitado, este segmento tiene una longitud de unos diez kilómetros.

Lo mismo que las restantes sierras cuarcitosas de Asturias, la del Pedroso se alza con fuerte relieve sobre los hondos vallejos afluentes al Nalón, si bien formando parte de la elevada penillanura general desarrollada en una gran extensión de esta parte de la región. El punto más alto de la sierra, Pedroso, tiene 612 metros sobre el nivel del mar; La Reigada, en el puerto de la carretera entre la vertiente norte, hacia Avilés, y la sur, hacia el Nalón, se halla a 449; el hondo vallejo del Dele, por donde descende la carretera hacia el Nalón, queda, al desembocar en éste, a la altitud de 30 metros.

La masa pétrea que forma la sierra está constituida por la cuarcita armoricana, ordoviciense o del silúrico inferior. Los restantes tramos quedan fuera de ella. El «Bosquejo estratigráfico (corte horizontal) de la zona ferrífera central de Asturias», de L. Adaro y G. Junquera (2), marca con toda exactitud en este sitio la estratigrafía de la región. En la figura 1 se representa esquemáticamente la estructura de la Sierra del Pedroso.

Marchando hacia el O., a partir de la falla señalada al E., se reconoce la sucesión normal del silúrico y devónico, que sin variaciones notables alcanza una gran amplitud por el poniente de la provincia. El tramo más bajo y potente lo forma la cuarcita con abundantes *Scolithus*; sobre ella siguen unas pizarras ampelíticas, poco abundantes, que por su aspecto y posición estratigráfica y recordando las observadas en otras regiones referimos al gotlandiense, pero que hasta ahora no nos han presentado sus característicos graptolitos. La escasez de estas pizarras la atribuimos a su laminación y ocultación tectónica, tan frecuentes en todos sitios en donde se presenta la cuarcita ordoviciense y no a laguna estratigráfica. Sobre la pizarra descansa la arenisca ferruginosa del devónico inferior y, por último, a ella le siguen las calizas mesodevónicas, que en el puerto de la carretera, bajando hacia La Peral, contiene fósiles.

Se constituye así una disposición monoclinal con un rumbo estratigráfico general NNE-SSO y un buzamiento subvertical al O.

Al lado de Levante de la Sierra del Pedroso, en La Collada del valle de Puerman o de la Cárcava, la cuarcita ordoviciense se halla en contacto anormal con unas pizarras verdes sobrepuestas a unas dolomías pardas, que supongo de edad devónica, y que contienen vetillas de pirolusita, objeto de investigaciones mineras poco fructíferas.

La cuarcita (fig. 2), a diferencia de la que tan corriente es en muchas regiones ordovicienses de la Península Ibérica, en donde aparece formada por bancos de gran potencia de una roca dura, tenaz, resistente al golpe del martillo y que salta en esquirlas de afiladas aristas y deja pedrizas o cantaleras extensas, se halla constituida por granos de cuarzo hialino, esquinados y sin redondeo evidente; de dimensiones variables, pero que no llegan al

milímetro sino por excepción y flojamente cementados por la misma sílice o con menor frecuencia por el caolín y la mica blanca o moscovita. Sus capas tienen una escasa potencia (algunas llegan al metro) y muestran una regularidad constante en toda la sierra. La separación entre las capas de cuarcita se hace por medio de otras de caolín y más raramente por pizarras silíceas. Merced a esta clara diferenciación entre ambos materiales alternantes, los bancos de cuarcita, cuando quedan al descubierto por las labores mineras, muestran bien constituidas sus dos caras: en la inferior aparecen los relieves burdos de varias pistas que no ofrecen caracteres definidos, por lo que no se les puede dar un nombre; aunque algunos forman cordones dobles no hemos encontrado las típicas cruzianas que, sin embargo, acaso pudieran reconocerse con mayor detenimiento en el interior de las galerías. En la foto de la figura 3 damos un ejemplo de estas pistas halladas en un corte reciente de la misma cuarcita puesta al descubierto por la carretera cerca de La Espina.

En la cara superior, una vez levantada la de caolín que la recubre, se destaca la típica superficie ondulada de los riplemarks o rizaduras de oleaje. En la entrada a la galería de la mina «El Pedroso» se ve cada uno de los delgados bancos de cuarcita sucesivamente constituidos en el muro con estas pistas referibles a las de «oscilación» producida por el oleaje en playas de poco fondo (figs. 4 y 5).

Examinando al microscopio esta cuarcita, que en realidad, por la escasa coherencia de componentes, podría llamarse mejor arenisca cuarzosa, se ve que los fragmentos de cuarzo no ofrecen una disposición graduada, sino que, por el contrario, es del todo irregular, confusa, aunque, sin embargo, de banco a banco existen diferencias en su tamaño. Por excepción, los granos ma-

yores llegan al milímetro. En unos bancos domina el tamaño de las 500 a las 600 micras; en otros se ve prevalecer el de las 400 a 500 micras. A partir de estas dimensiones máximas los granos decrecen hasta llegar al más fino tamaño, reducidos a polvo, que se confunde con el del caolín o con las partículas de la moscovita. A la luz polarizada los granos muestran la extinción ondulante, acentuada por la trituration que parece han sufrido y que no ha sido atenuada luego por no haber existido apenas el redondeo resultante del roce entre ellos durante su transporte al lugar de su depósito.

La pureza de esta cuarcita la hace objeto de extracción para la fabricación del vidrio.

En algunos sitios se observan delgados lechos de sericita intercalados en la cuarcita. Sólo aquí y allá se ven escamitas sueltas de biotita.

El caolín, que separa los bancos de cuarcita, llega a adquirir tal potencia y grado de pureza que, una vez descubierta su presencia y reconocida su importancia, constituye en la actualidad un foco de actividad minera en la Sierra del Pedroso. Si bien se le halla entre banco y banco de cuarcita, sólo se encuentran tres o cuatro capas susceptibles de explotación. Para su descripción nos detendremos en la más importante, cual es la denominada «Perdiz-Pedroso», que, a juzgar por el volumen de caolín de ella obtenido, es el yacimiento más importante en Asturias de este mineral. Lo mismo el segmento hacia el N. (Perdiz) que el segmento de rumbo al Sur (Pedroso), tienen sus bocaminas en un collado en el centro de la sierra, a los 485 metros de altitud. En la mina Perdiz la capa tiene una potencia media de 80 centímetros. Los hastiales, levantados hasta la vertical a trechos, son limpios, formados por la cuarcita y fácilmente distinguibles a la entrada por sus pistas características, como muro a la derecha y techo a la izquierda. En el

interior, como la potencia de la capa no da el ancho suficiente a la galería de su extracción, es necesario rozar unas veces el muro, otras el techo hasta conseguirlo, si bien en los sitios en donde se han conservado se observa la presencia de tales signos superficiales. En los días de nuestra visita (mayo de 1953) la galería abierta en la capa Perdiz alcanzaba ya una longitud de más de 500 metros. En conjunto esta galería, y con ella la capa de caolín, conservan su rumbo general de NNE a SSO, si bien a su comienzo se reconoce una ligera inflexión. De la misma manera, su buzamiento, subvertical unas veces, llega a ser casi horizontal otras, pero en conjunto se conserva dominante el de unos 60° al O. En cambio, no pudimos ver fallas de importancia, aunque sí de pequeño desarrollo. La capa experimenta de vez en cuando variaciones en su espesor que creo referibles a compresiones tectónicas de este material plástico, como es el caolín, más bien que a las resultantes de su sedimentación irregular. En algunos sitios, la acumulación de caolín llega así a pasar de los dos metros. Algunas diaclasas transversas de la cuarcita de la caja están rellenas, tectónicamente, por el caolín. La capa se extrae mediante la galería guía y los «coladeros» que, abiertos sobre ella, penetran hasta unos siete metros hacia arriba. El reconocimiento de estos coladeros y de las galerías abiertas encima de la principal, según el rumbo de la capa, permite ver una gran constancia en su espesor.

El beneficio diario en los días de nuestra visita era de unas cien toneladas de material entre las minas Perdiz y Pedroso, únicas por entonces en explotación activa. Las restantes capas, situadas a levante de la antes citada, que fueron objeto de explotación o reconocimiento antes de descubrirse la de Perdiz-Pedroso, se hallaban abandonadas por entonces. Una galería transversal en construcción debía permitir el reconocimiento

total de la sierra del Pedroso de uno a otro valle limitantes.

Fuera de esta sierra ha podido también señalarse la presencia del caolín intercalado entre las cuarcitas ordovícicas, como sucede en la cuesta de La Espina y en la foz del río de Teverga, aguas arriba de Caranga (figura 6), si bien hasta ahora no ofrece las mismas buenas condiciones del aquí descrito. En general, en estas sierras de cuarcita de Asturias el tapiz de tierra vegetal recubre los posibles afloramientos del caolín y lo mismo ocurre aun hallándose al aire libre, porque al quedar en hueco su capa, fácilmente excavada por la lluvia, se provoca el desmoronamiento o quiebra de las cuarcitas que la contienen y se oculta así bajo el manto de la cantalera o pedriza resultante.

El examen del siguiente cuadro, en el que figura el análisis del caolín del Pedroso, muestra sus excelentes condiciones que la hacen útil para usos industriales. Agradecemos a la sociedad «Mersa», de Lugones (Asturias), su comunicación. Agregamos el análisis del caolín de Lage (Coruña), según datos de Mendizábal (8), Romero (13) y Parga, L. de Azcona y Cardoso (9) y el anotado por Ramdohr en su obra (10):

	Reigada por 100	Lage por 100	Ejemplo de Ramdohr (sin localidad) por 100
Pérdida por el calor.....	12,10	13,58	13,94
SiO ₂	47,60	46,41	46,50
Al ₂ O ₃	39,10	38,76	39,57
Fe ₂ O ₃	0,51	0,47	—
TiO ₂	0,62	0,43	—
CaO.....	0,00	0,00	—
MgO.....	huellas	0,00	—
Na ₂ K ₂ O.....	0,48	0,36	—

En distintas formaciones sedimentarias de la Península Ibérica existen depósitos caoliníferos. Los más conocidos se encuentran en las margas irisadas del keuper y del wealdense. El estudio genético de estos yacimientos está por hacer. En el silúrico inferior de Extremadura Ramírez, en publicación reciente (11), señala la presencia de arcillas blancas, caolínicas, de elevado contenido en alúmina, en numerosos yacimientos. Según este autor, tales arcillas deben su origen a la transformación de las pizarras arcillosas del tramo de *Calymene*, llandeiliense, superior a la cuarcita del arenigiense merced a complejos fenómenos geoquímicos en relación con la atmósfera y, al parecer, de edad actual.

Examinando de cerca la sucesión alternante de cuarcita y caolín o pizarra caolinífera de la Sierra del Pedroso, vemos que, por todos sus caracteres, indica ser un depósito detrítico marino de aguas someras sometido al ritmo especial propio del régimen «flysch», tal como lo hemos definido anteriormente (4); es decir, al originado por el depósito alternante de materiales de distinta naturaleza bajo condiciones genéticas asimismo alternantes. La presencia de los riplemarks de oscilación (figuras 4 y 5); las pistas en hueco de la cara superior o en relieve de la cara inferior de los delgados bancos de cuarcita, referibles, unas y otras, al paso de animales diversos (crustáceos—entre ellos los trilobites—gusanos, moluscos); las apretadas filas de los *Scolithus* (fig. 7), cuyos agujeros son normales al plano de estratificación, lo mismo en esta cuarcita que en la arcilla micácea o caolinífera con ella alternante, nos inducen a considerar este depósito como de escasa profundidad o incluso de playas en las que ha actuado el juego alterno de las mareas, semejante al indicado para el flysch cretácico-numulítico de Guipúzcoa en (4). Aun teniendo en cuenta los continuos hallazgos de pistas a grandes profun-

didades en los mares actuales, descubiertas gracias a la técnica fotográfica submarina, ya sean debidas a organismos, ya a la acción mecánica del agua, entre las que se cuentan los riplemarks de corriente, de flancos disimétricos, en el citado trabajo nos decidimos por suponer que el lugar de sedimentación del flysch guipuzcoano ha debido ser parecido al de las marismas de la costa frisona en el Mar del Norte, en donde la marea deja enormes extensiones de terreno llano durante la bajamar. En una publicación posterior (5) expongo brevemente las ideas de Kuenen sobre las corrientes de turbiedad que tratan de hacer compatibles los caracteres neríticos o someros de unos sedimentos del flysch (los clásticos de elementos gruesos o medios) con los alternantes con ellos, de gran finura y de fauna abisal o batial (pizarras, calizas de microfauna, etc.). Los ingeniosos experimentos de Kuenen aspiran a explicar la regular alternancia de sedimentos de carácter somero o nerítico con otros de carácter batial o abisal, merced a la repetida formación de corrientes de turbiedad que, nacidas en aguas litorales, llevan los sedimentos neríticos hasta grandes profundidades. Sin embargo, lo mismo en el caso del flysch cretácico-numulítico de Guipúzcoa, que en el presente del armoricano de Asturias, estimamos que se trata de formaciones someras, incluso nacidas bajo el régimen alternante de mareas de gran amplitud en playas o marismas extensas del tipo ya indicado de las costas frisonas.

En una reciente publicación, Rücklin (14) presenta numerosos argumentos para considerar como depósitos de marismas las arcillitas o margas abigarradas de transición entre el triás inferior o buntsandstein y el medio o muschelkalk de Saarlandia en Alemania meridional (llamado este nivel «Röt» por los autores alemanes). Entre los indicios reconocidos en estos sedimentos como

de naturaleza marismal se hallan, entre otros, la presencia de riplemarks de oscilación y de rizaduras finas de oleaje y la abundancia de tubos verticales y otros aplastados producidos por la actividad de los gusanos tubícolas.

R. Richter (12) compara las aglomeraciones de los tubos del tipo *Scolithus* repartidas por todas las formaciones paleozoicas con las de los actuales sabeláridos y da el nombre de *Sabellarifex* a esta pista, aplicada a la de los sedimentos devónicos. Abel (1) supone, lo mismo que Rücklin, para el depósito de la marga abigarrada triásica, que los scolítidos hallados en la arenisca del cámbrico superior indican la misma facies de marisma que ha regido su formación.

En las figuras 8 y 9 reproducimos aspectos de las aglomeraciones de tubos de *Sabellaria* actual. El material utilizado por los actuales representantes del grupo es muy poligénico, a diferencia del que han empleado sus congéneres fósiles. Se observa, lo mismo en los arrecifes de la costa meridional de la península de Gower, en Gales (Inglaterra), que en los del litoral donostiarra de Ondarreta, una aglomeración de menudos restos de conchas univalvas y bivalvas procede de la trituración mecánica, en gran parte por la acción del oleaje, en otra por la resultante de la alimentación de los organismos malacófagos mezcladas con espículas de erizos, tubitos de gusanos serpúlidos, foraminíferos, granos de arena, etc. La pared interna está revestida por una delgada capa de gránulos, formando un pavimento de dibujo poligonal, dentro del que queda el cuerpo del gusano envuelto en una sustancia mucosa. En sus congéneres armoricanos, que no disponían más que de los granillos de cuarzo, no se reconoce la disposición estratificada de éstos, sino que forman un todo homogéneo. Las sabelarias actuales se extienden en anchos campos por los

sitios donde no se les molesta. He comprobado su presencia en el litoral cantábrico, lo mismo en la costa inglesa que en la española, donde es frecuente.

En la figura 10 se representa en esquema una secuencia observada en la cuarcita armoricana de la Sierra del Pedroso. Los *scolithus* penetran hasta una cierta profundidad en la cuarcita. Junto con sus tubos rectos creemos haber visto otros en U, acaso debidos a distintos tipos de tubícolas. Este extremo no hemos podido comprobarlo con seguridad y queda reservado para una investigación más detenida. Una de las zonas de tubos aparece aplastada, coincidiendo con la composición de su material, que está constituido por escamas de sericita, con su eje mayor paralelo al plano de estratificación y normal, por tanto, al tubo cuando éste se hizo. Se ve que los tubos en la sericita se han aplastado o deformado antes de consolidarse diagenéticamente toda la masa sedimentada, en tanto que los tubos perforantes de la cuarcita se han mantenido rectos, ya endurecido suficientemente el material cuarzoso.

En las bocas de los *scolithus* se ven las protuberancias que al soltarse resultan los «botones», típicos de la cuarcita armoricana de varias regiones de la Península, si bien aquí no se desarrollan apenas.

En el caolín no es fácil ver si los tubos de los *scolithus* lo atraviesan en las capas delgadas. Desde luego las de gran espesor no muestran huella alguna de *scolithus*.

La posición de los *scolithus* nos da así el modo de reconocer la cara superior y la inferior de las cuarcitas que los contienen, corroborando otras observaciones sobre el modo de yacer los estratos (riplemarks, pistas, modos de sedimentación, etc.) (véase mi trabajo) (4).

Lo mismo la cuarcita que el caolín armoricanos no muestran signo alguno de sedimentación graduada. Los

granos de cuarzo y las micelas o partículas del caolín tienen una disposición isomorfa. Este último no se distingue del resultante del lavado y decantado artificial, del que sólo se diferencia por una menor cantidad todavía de mica o cuarzo.

Sobre las condiciones especiales de esta alternancia de arenisca cuarzosa pura y caolín puro que existe en una parte de las sierras armoricanas de Asturias y más acentuadamente en la del Pedroso, creemos hallarnos ante un caso semejante al del régimen flysch, ya descrito en la obra de 1954; lo mismo que en las series cretácicas y numulíticas de Guipúzcoa se ve aquí que los bancos duros de cuarcita son unidades estratigráficas separadas claramente por hiatos o diastemas de las intercalaciones blandas, unas veces reducidas a caolín puro; otras, menos seleccionadas, a arcilla caolinífera; otras, por último, a pizarras silíceas. Es decir, cada estrato sucesivo corresponde a un acto sedimentario independiente. Como ya indicábamos en dicha obra, las condiciones más adecuadas para la sedimentación del flysch más típico (alternancia de estratos duros y blandos) recuerdan las que se hallan en las costas llanas de enorme extensión que forman el litoral frisón, de Holanda por Alemania a Jutlandia, en el Mar del Norte, sometidas a mareas de gran amplitud. Aunque con las limitaciones impuestas por el peligro de la extrapolación que en este caso de las marismas del Mar del Norte señala con acierto Häntzschel (6), suponemos, como hipótesis que nos facilita su comprensión, que el mecanismo más admisible para la formación de estos depósitos caoliníferos es el mismo que ya señalábamos para el flysch cretácico-numulítico: sobre una ancha superficie de la plataforma litoral y a profundidad muy escasa se deposita rápidamente un manto de menudos granos de cuarzo; los animales de la playa lo invaden; mientras los *scolithus* y afines

ahondan verticalmente sus tubos, otros gusanos, junto con los crustáceos y moluscos, se arrastran sobre su superficie y labran los surcos y pistas en hueco, en tanto que los riplemarks se ordenan en crestas paralelas. En tanto se va realizando la consolidación y la diagénesis de este material, la costa es invadida por otro material: el caolín, la arcilla caolinica o la arcilla silícea en general. En la sedimentación del material arcilloso influyen, ciertamente, factores especiales; sobre todo si queda reducido al primero, puro, las condiciones del régimen marino han debido acelerar su depósito (Albareda (3), Romero (13)). Por nuestra parte, prescindiendo del complejo problema derivado de la constitución de este sedimento especial, nos basta saber que, en general, en su zona más pura, su depósito se ha hecho de modo homogéneo, sin intercalaciones de otros elementos, salvo las raras partículas de cuarzo, muscovita o biotita que en él se observan, mientras que en otros sitios el caolín queda mezclado con otros materiales en las pizarras o arcillas.

Esta plataforma litoral se halla sometida a una subsidencia, periódica o continua, que motiva la renovación del ciclo sedimentario binario, cuarzo-caolín, un gran número de veces. En general, domina el cuarzo sobre el caolín; sólo, por excepción, posee éste espesor suficiente para su extracción.

Si bien estos actos sedimentarios sucesivos están separados por hiatos o diastemas, por lo menos de tiempo suficiente para definir las caras inferior y superior de los estratos duros de cuarcita, la presencia de partículas de caolín, muscovita y biotita (esta última muy escasa) entre los granillos clásticos del cuarzo hace ver que la sedimentación arcillosa no ha debido quedar interrumpida en absoluto durante la fase silícea.

¿De dónde proceden estas materias que por el mecanismo selectivo del régimen marino litoral de la facies

flysch ha ido constituyendo la alternancia arenisca cuarzosa-caolín?

Recordemos que los depósitos caoliníferos no son raros en las series sedimentarias de la Península Ibérica y de otras regiones (keuper, wealdense, paleogeno). La descripción detenida del modo de yacer estos criaderos de caolín está por hacer. Los que muestran una forma más definida son los del keuper. El caolín llega aquí a ser un componente importante, a veces el principal, de las arcillas o margas irisadas o abigarradas, en donde se le encuentra concentrado y puro. Estos depósitos caoliníferos se han hecho en un medio salobre, intermedio entre el abiertamente marino y el lacustre o continental. Lo mismo se puede decir de una parte de los wealdenses, que tan fácilmente se confunden con aquéllos por su aspecto semejante. En cambio, muchas de las arcosas cretácicas o paleógenas parecen ser de origen continental.

La hipótesis más cómoda y corriente sobre el yacimiento primario del caolín sedimentario es suponer la presencia, inmediata o no lejana, de masas graníticas o pegmatíticas ricas en feldespatos, los cuales por meteorización intensa se han convertido en caolín; éste luego, arrastrado por las aguas corrientes, ha ido formando su yacimiento secundario correspondiente. Según esta idea, cada uno de estos horizontes de caolín señala la existencia de rocas eruptivas caolinizables en su proximidad. Por nuestra parte no creemos necesario admitir siempre la presencia inmediata del material eruptivo primario para explicar los depósitos del caolín. Este mineral, lo mismo que varios otros, el cuarzo ante todo, se cuenta entre los emigrantes perpetuos que pasan de una a otra formación geológica y cuyo origen puede ser tan remoto como se quiera, nacido en un granito o pegmatita de edad arcaica o precámbrica. Es suficiente que el

caolín quede retenido en un sedimento vecino al yacimiento primario para que después, una vez vuelto a liberarse por la destrucción de este sedimento, que ha llegado a ser roca y ha tomado parte en la constitución de un país, largo tiempo emergido, sea arrastrado por las aguas hasta el mar o el lago, en donde se incorpora a un nuevo depósito y queda así ligado a otro ciclo sedimentario.

Cabría pensar, acaso, en una génesis autóctona del caolín en el medio marino, como ocurre en otros casos con el cuarzo y otros; pero no existe indicio alguno en favor de este origen metasomático a partir de otros minerales ni en el cuarzo ni en el caolín de Asturias.

No es fácil, según todo esto, saber de dónde viene este caolín interestratificado en la arenisca cuarzosa armoricana de Asturias. Sería una cavilación ociosa el intentar una hipótesis cualquiera; sin embargo, esta limpieza de ambos materiales seleccionados, como son el cuarzo y el caolín, y la ausencia de redondeo del primero parecen señalar que no se hallaría muy lejos su yacimiento primario.

Una vez más vemos aquí un ejemplo de la propiedad selectiva de la facies, que concentra determinados caracteres y elimina los demás. Podríamos hablar de la «facies caolinica», que se reconoce en distintos períodos sedimentarios. Para nuestro objeto es de interés señalar la presencia de estos mismos niveles de caolín en las arcillas esmécticas descritas por Ramírez (11) del silúrico inferior de Extremadura. A nuestro modo de ver, una buena parte de estas arcillas deben sus caracteres actuales al depósito original, de régimen marino nerítico, realizado durante el período o época llandeiliense, algo posterior así a la cuarcita armoricana o arenigiense de Asturias.

Para precisar más la cuestión es de suma importancia

el reconocimiento de estos niveles caoliníferos en las restantes formaciones silúricas de la Península y fuera de ella. H. Sampelayo en su obra (7, pág. 90), al hablar del siluriano de Asturias, se limita a indicar la existencia de «cuarcitas arenosas y feldespáticas, que a veces, en los argayos y torrenteras, se sueltan en masas blandas caoliníferas». Es probable que el haber permanecido hasta ahora ignoradas o apenas reconocidas la significación e importancia de estos caolines ordovicienses de Asturias se deba a su ocultación entre las pedrizas de la cuarcita de su caja. En los afloramientos, el caolín, fácilmente arrastrado por la lluvia o por los demás agentes atmosféricos, deja un hueco entre sus hastiales que al desmoronarse lo recubren, como hemos podido comprobar lo mismo en los desfiladeros creados por la erosión vertical de los ríos que en las crestas rocosas de las sierras de cuarcita, en cuya masa se han encajado estos últimos.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ABEL, O.: «Vorzeitliche Lebensspuren». Jena, 1935.
- (2) ADARO, L., y JUNQUERA, G.: «Bosquejo estratigráfico (corte horizontal) de la zona ferrífera central de Asturias». Madrid, 1916.
- (3) ALBAREDA, J. M.: «El suelo». Madrid, 1940.
- (4) GÓMEZ DE LLANERA, J.: «Observaciones geológicas en el flysch cretácico-numulítico de Guipúzcoa». Madrid, 1954.
- (5) — «Observaciones geológicas en el flysch cretácico-numulítico de Guipúzcoa. II, Las brechas del flysch. III, Sobre las circunstancias genéticas del flysch». (En prensa.)
- (6) HÄNTZSCHEL, W.: «Zur Frage der Kennzeichen fossiler Watten-Ablagerungen». Frankfurt am Main, 1953.
- (7) HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: «El sistema siluriano». Madrid, 1942.
- (8) MENDIZÁBAL, J.: «Estudio industrial del caolín en la España nacional». Madrid, 1941.
- (9) PARGA, I.; LÓPEZ DE AZCONA, J. M., y M. CARDOSO, G.: «Lage, hoja geológica núm. 43». Madrid, 1953.
- (10) RAMDOHR, P.: «Lehrbuch der Mineralogie». Stuttgart, 1954.

- (11) RAMÍREZ, E.: «Las arcillas esmécticas del Silúrico extremeño». Madrid, 1954.
- (12) RICHTER, R.: «Ein devonischer "Pfeifenquarzit", verglichen mit der heutigen "Sandkoralle" (Sabellaria, Anelidae)». Frankfurt am Main, 1920.
- (13) ROMERO, J.: «Los criaderos de caolín». Madrid, 1943.
- (14) RÜCKLIN, H.: «Die Grenzsichten Buntsandstein/Muschelkalk im Saarland-ein fossiles Watt». Heidelberg, 1953.

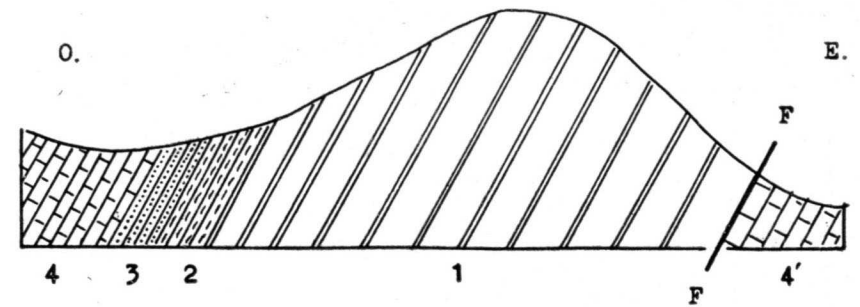


Fig. 1.—Corte geológico esquemático de la Sierra del Pedroso (La Reigada, Avilés, Asturias). De extremo a extremo, unos 3 km.

1. Cuarcita y caolín o arcilla caolinífera alternantes. Ordoviciense (cuarcita armoricana) con *Scolithus*.
2. Pizarras negras, en parte ampelíticas (¿gotlandiense?).
3. Arenisca ferruginosa oolítica (devónico inferior).
4. Caliza gris (mesodevónico).
- 4'. Caliza dolomítica, dolomía (mesodevónico).

F — F falla.

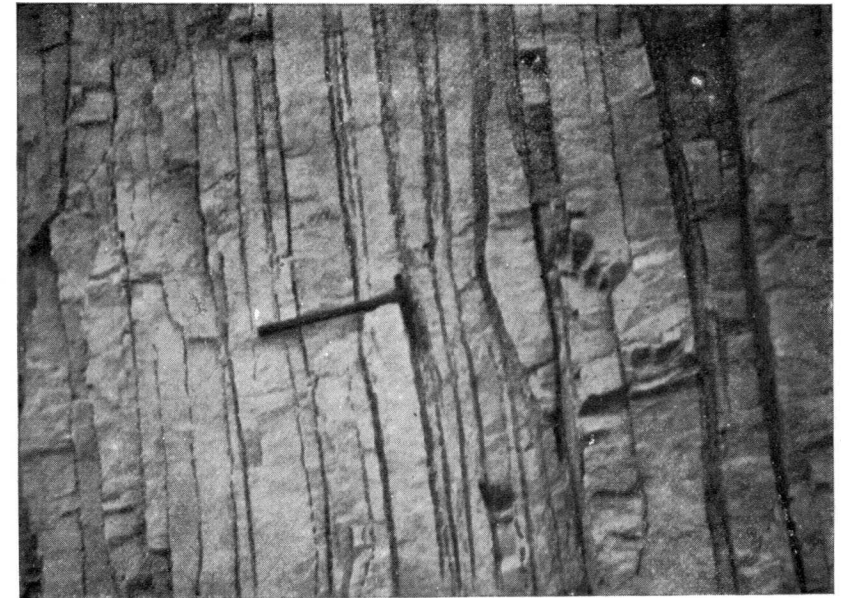


Fig. 2.—Cuarcita armoricana, Sierra del Pedroso, cerca de la mina de caolín «Mariqueta». Los bancos de este material muestran de modo característico sus caras inferior y superior. Entre ellos se intercalan aquí delgadas capas de pizarra silícea, arcilla blanca o caolín. Cuando éste adquiere espesor suficiente, es objeto de explotación minera. Largo del martillo: 50 centímetros.



Fig. 3.—Cuarcita armoricana, Cuesta de La Espina (Salas, Asturias). Cara inferior con gruesas pistas en relieve, en parte afines a *Cruziana*. Largo del martillo: 50 centímetros.

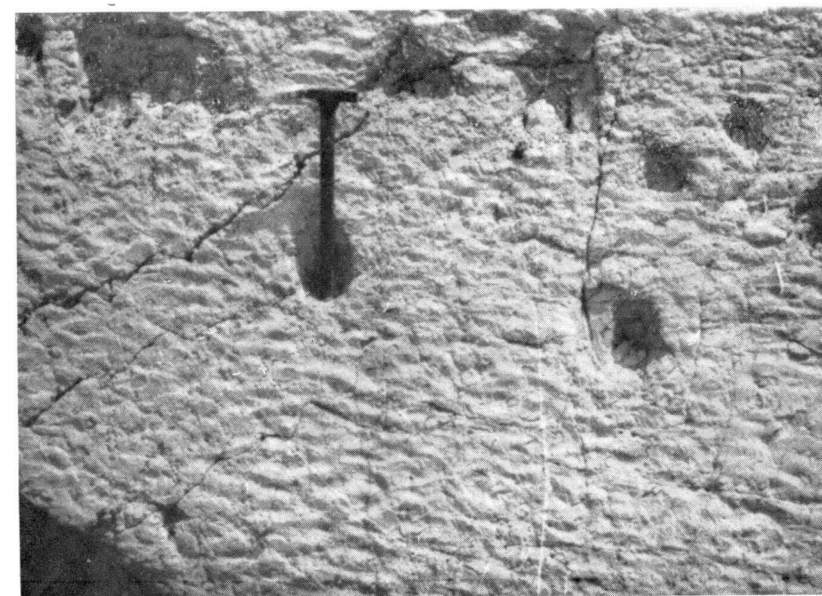


Fig. 4.—Rizaduras de oscilación o de oleaje (riplemarks) en la cara superior de la cuarcita armoricana. Muro de la capa de caolín en la boca de la mina «El Pedroso». Los huecos se deben a la disgregación de la cuarcita, cuyos granos están poco cementados. La interferencia de las rizaduras entre sí borra la claridad de sus ondulaciones. Sobre su superficie se encuentran pistas largas en hueco, poco perceptibles en la foto.



Fig. 5.—Otro ejemplo de riplemarks en un banco de cuarcita inferior al de la fig. 3, en donde se reconocen mejor las rizaduras de oscilación.

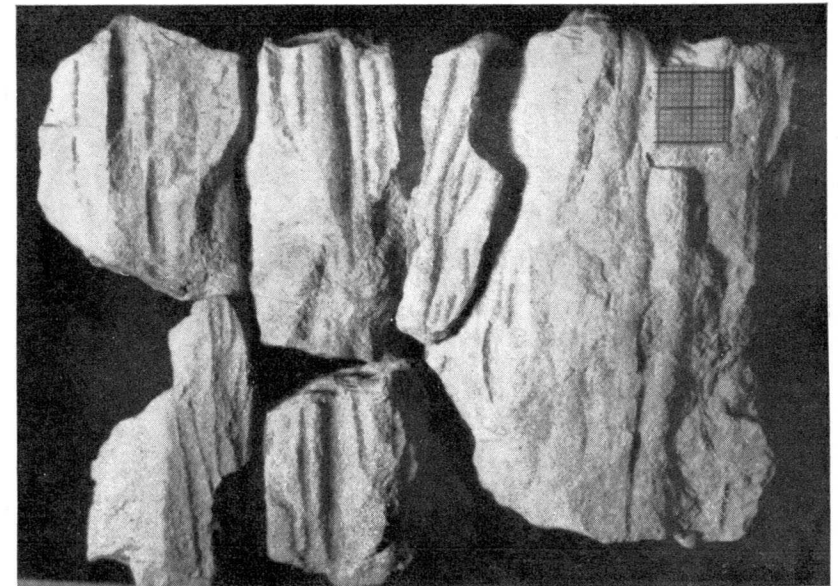


Fig. 7.—*Scolithus* en un banco de cuarcita del Pedroso.

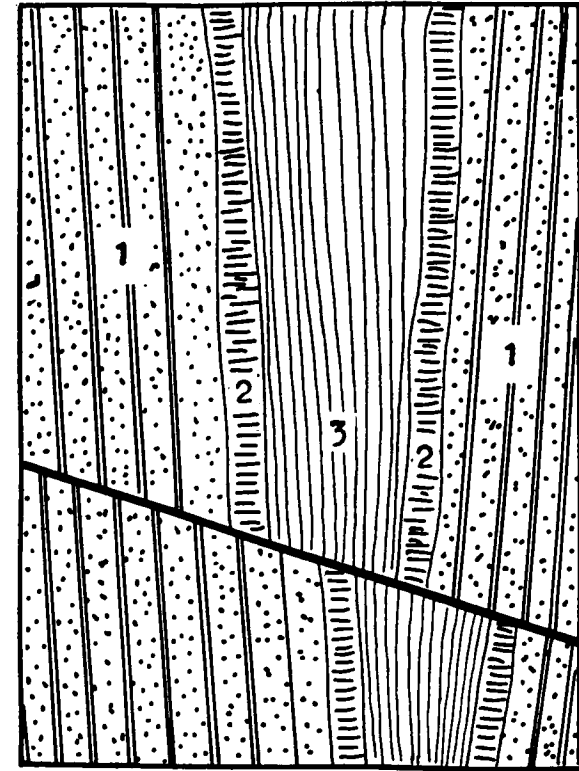


Fig. 6.—Esquema del afloramiento de una capa de arcilla caolinífera junto a la vía del ferrocarril minero de Teverga, en la sierra de cuarcitas armoricanas sub-verticales de Las Grandas de Caranga.

1. Cuarcitas.
2. Pizarras blandas caoliníferas con *Scolithus*.
3. Arcilla caolinífera blanca.

Una falla tendida desplaza ligeramente la parte superior sobre la inferior.

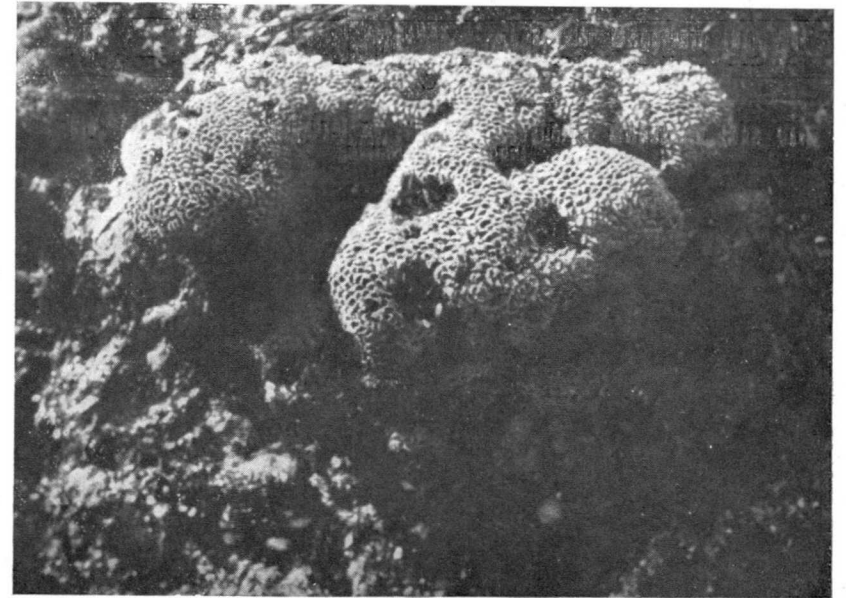


Fig. 8.—Arrecife de tubos de *Sabellaria* durante la bajamar. Playa en la península de Gower (Gales, Inglaterra).

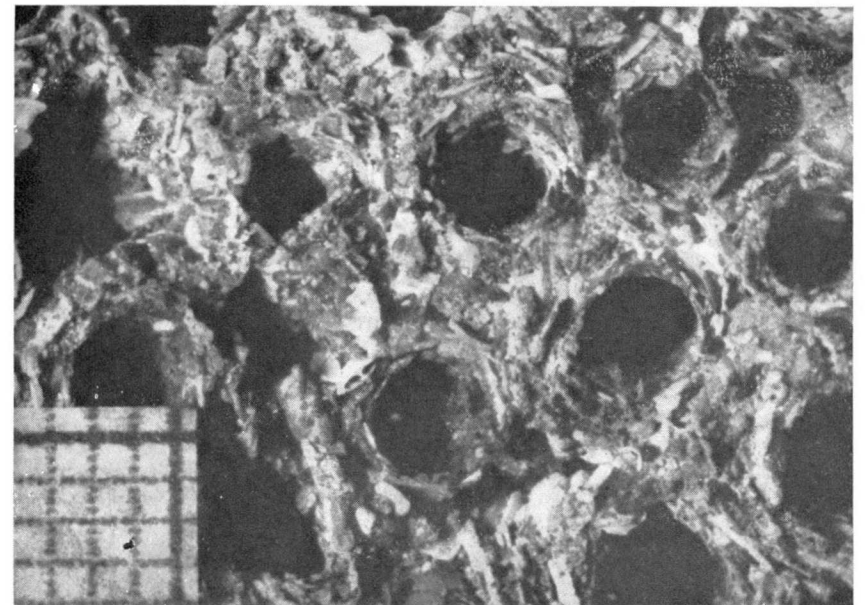


Fig. 9.—Sección transversal de tubos de *Sabellaria*. Ondarreta (San Sebastián, Guipúzcoa).

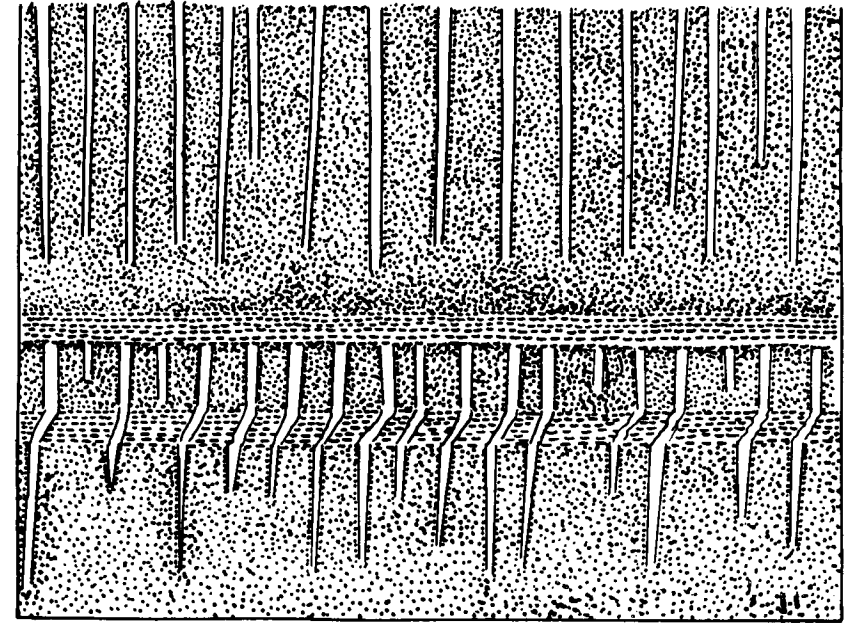


Fig. 10.—Esquema de la cuarcita de *Scolithus*. La cara superior está señalada por los «botones», en relieve, que corresponden a las bocas de los tubos (para simplificar el dibujo los tubos están vacíos). El fondo de éstos termina en medio de la cuarcita a un nivel, en conjunto, homogéneo. Debajo sigue un delgado lecho de arcillas y escamas de sericita (rayitas horizontales). A continuación se encuentra otro estrato de cuarcita, constituida por finos granos de cuarzo puro, con escasas partículas de caolín y mica blanca y más raras aún de mica negra. Los *Scolithus*, primeramente rectos, quedan torcidos hacia su mitad al llegar a un lecho de sericita y vuelven a quedar rectos al penetrar de nuevo en la cuarcita. Longitud máxima de los *Scolithus*, unos 10 centímetros.

Nota sobre la diferenciación del Ordoviciense
en los Montes de Toledo

POR

JUAN A. KINDELAN

JUAN A. KINDELAN

NOTA SOBRE LA DIFERENCIACION DEL ORDOVICENSE EN LOS MONTES DE TOLEDO

Los Montes de Toledo se desarrollan esquemáticamente, desde el punto de vista geográfico, en una serie de alineaciones montañosas, extendidas aproximadamente de Levante a Poniente, que encierran entre ellas espacios o valles relativamente llanos.

Las alineaciones son, en general, estrechas y están coronadas por bancos de cuarcitas en acantilado, sobre las cuales, principalmente en las regiones meridionales, se encuentran algunas pizarras. En los llanos y valles predominan las pizarras, con algunas calizas marmóreas y asomos de granito más o menos extensos.

Estas últimas pizarras y las calizas son cambrianas (Potsdaniense-Accadiense), mientras que las cuarcitas de las alineaciones y las pizarras superiores son ordovicenses, llegando posiblemente al Gotladiense en las zonas más meridionales.

En las alineaciones, además de algunos pliegues y trastornos que dentro de ellas se observan, quedan, en general, las cuarcitas en monoclinal, con buzamiento contrario a uno y otro lado de los valles, lo que parece indicar que éstos se encuentran en anticlinales, que se comprueban también en las pizarras y calizas inferiores.

La estructura general está, pues, constituida por va-

rias ondas, cuyos anticlinales coinciden con los valles actuales, bien entendido que no se trata de anticlinales de una sola bóveda continua, que por su extensión es difícil de concebir, sino con traza general en anticlinal y diversas ondas y trastornos secundarios.

En los reconocimientos y estudios que hasta ahora se han hecho de los Montes se han delimitado bien el Cambriano del Siluriano, y dentro de éste se ha precisado el Ordoviciense; pero hasta el presente no se ha avanzado gran cosa en la diferenciación dentro del Ordoviciense, lo cual es el objeto de estas notas.

DIFERENCIACIÓN DE HORIZONTES DESDE EL PUNTO DE VISTA LITOLÓGICO

La formación comienza por abajo, como hemos dicho, con un horizonte cambriano fácil de distinguir por estar constituido por filadíos y calizas marmóreas, que se apoyan directamente en los granitos, con o sin intermedio de un término metamórfico.

Sobre el Cambriano yace en concordancia un término cuarcitoso, que, en general, está localizado en las alineaciones montañosas, y sobre este término se apoya otro de pizarras delgadas.

Por tanto, se pueden determinar, desde luego, en el Siluriano dos horizontes litológicos principales: abajo, cuarcitas, y arriba, pizarras.

Llama la atención la morfología general del horizonte cuarcitoso, que, como se indica, se localiza más frecuentemente en las citadas alineaciones. Estas se encuentran coronadas por bancos y cantiles de cuarcitas duras y tenaces, mientras que las laderas son relativamente suaves y continuas, con bastante vegetación, viéndose en ellas frecuentemente «pedrizas» (o «pedreras»), constituidas por la acumulación de cantos de cuarcitas.

Esta morfología se explica por diferencias de composición de las cuarcitas, pues mientras las superiores son cuarcitas muy puras, grises blanquecinas, muy duras y tenaces, las de las laderas, de color pardo o ferruginoso, son menos tenaces y duras y contienen muchos elementos aluminosos, presentando una estructura pizarrosa, si bien con grosera pizarrosidad.

Por esto la erosión avanza en las cuarcitas superiores en cascada, resultando escalones y acantilados desprovistos de vegetación; los derrubios en forma de cantos van bajando por las laderas, reuniéndose frecuentemente en las «pedrizas».

En cambio, en las cuarcitas de las laderas actúa la descomposición de las rocas, resolviéndose en arcillas los elementos aluminosos, que al mezclarse con las arenas y detritus cuarzosos forman las tierras que recubren las laderas, origen de la vegetación.

Por tanto, dentro del término cuarcitoso se perfilan dos horizontes litológicos: el superior, de cuarcitas propiamente dichas, y el inferior, de cuarcitas pardas, que por su estructura y por su contenido en elementos aluminosos llamamos *cuarcitas pizarrosas*, siguiendo el consejo de Romero Ortiz (J.).

El horizonte superior se recubre por el horizonte de pizarras antes citado y el inferior se apoya directamente en el Cambriano.

Respecto al horizonte pizarroso superior se ha pretendido señalar distintos horizontes, apoyándose en los diversos colores de las pizarras, lo cual es erróneo a juicio del autor, pues el color real de estas pizarras es siempre azulado y sólo superficialmente toman a veces color rojizo, debido a la oxidación de las pirritas que contienen, fenómeno que hace notar también Hernández Sampelayo (P.), el cual no admite tampoco una diferenciación precisa de horizontes litológicos en las pizarras.

Por otra parte, las diferencias de color no se observan de modo sistemático, que pudiera llevarnos a delimitación de horizontes distintos, sino que se reparten muy irregularmente, con frecuencia dentro del mismo paquete, en disposición lateral.

La estructura tampoco nos da indicios de diferenciación, pues es muy homogénea en grandes extensiones: pizarras en general delgadas, comprimidas y trituradas, muchas veces hasta la milonitización.

Por todo ello se considera que no pueden delimitarse horizontes parciales en el pizarroso superior, siendo, en resumen, los siguientes los horizontes litológicos del Paleozoico de los Montes de Toledo (de arriba a abajo):

1.º Pizarras azuladas (superficialmente rojizas a veces), yaciendo sobre las cuarcitas	$\left. \begin{array}{l} a = \text{Cuarcitas puras, compactas y duras, localizadas frecuentemente en las cumbres, en acantilados} \\ b = \text{Cuarcitas pizarrosas, pardas, conteniendo elementos aluminosos, localizadas en las laderas} \end{array} \right\}$	Ordoviciense
2.º Cuarcitas localizadas en general en las alineaciones montañosas.....		
3.º Pizarras y calizas mármoreas, localizadas preferentemente en los valles		Cambriano

PALEONTOLOGÍA GENERAL

A continuación incluimos la relación de fósiles hallados en los Montes de Toledo, que el señor Gómez de Llarena (J.) cita en su trabajo *Bosquejo geográfico y geológico de los Montes de Toledo*.

FÓSILES DE LAS PIZARRAS SUPERIORES

Trilobites

- Calymene Tristani*, Brong.—Sevilleja de la Jara, Robledo del Mazo, Navas de Estena, Puerto del Milagro.
C. Arago, Rou.—Sevilleja de la Jara, Robledo del Mazo, Navas de Estena, Puerto del Milagro.
Asaphus Cianus, Barr y Vern.—Navas de Estena, Puerto del Milagro.
A. nobilis, Barr.—Navas de Estena, Puerto del Milagro.
Placoparia Tourneminci, Rou.—Puerto del Milagro.
Illaenus Hispanicus, Barr y Vern.—Navas de Estena, Puerto del Milagro.
Dalmanites socialis, Barr.—Navas de Estena.

Cefalópodos

- Orthoceras Hisingeri*, Barr y Vern.—Navas de Estena.
O. duplex, Wahl.—Navas de Estena, Puerto del Milagro.

Gasterópodos

- Bellerophon bilobatus*, Sow.—Navas de Estena, Puerto del Milagro.

Lamelibranquinos

- Sanguinolites Pellicoi*, Vern.—Sevilleja de la Jara, Robledo del Mazo, Navas de Estena, Puerto del Milagro.
Redonia Duvaliana, Rou.—Sevilleja de la Jara, Robledo del Mazo, Navas de Estena, Puerto del Milagro.
R. Deshayesiana, Rou.—Puerto del Milagro.
Nucula Sschaeegii, Sharpe.—Navas de Estena, Puerto del Milagro.

Braquiópodos

Orthis vesperilio, Sow.—Sevilleja de la Jara, Navas de Estena, Puerto del Milagro.

Fósiles de las cuarcitas

Cruciana Ximenezi, Prado.—Robledo del Mazo.

C. furcifera, D'Orb.—Navas de Estena, Castillo de las Guadalerzas.

C. Bagnolensis, Morr.—Sevilleja de la Jara.

C. Goldfusi, Rou.—Navas de Estena, Retuerta.

Cruciana s. p.—Puerto de los Yébenes.

Rhizomorpha Calderoni, Hern. Pacheco.—Puerto de los Yébenes.

Vexillum Desglandi, Rou.—Castillo de Guadalerzas.

V. Morierei, Sap.—Castillo de Guadalerzas.

Scolithus linearis, Hall.—Sevilleja de la Jara, Navas de Estena, Guadalerzas.

S. Dufrenoyi, Rou.—Sevilleja de la Jara.

Foralites s. p.—Sevilleja de la Jara, Retuerta.

Los geólogos que citan estas especies son: Prado (C.), Gortazar (D.), Mallada (L.) Hernández Pacheco (E.), Dupuy de Lôme (E.) y Gómez de Llarena (J.).

El autor de estas notas ha encontrado la mayor parte de estos fósiles en sus reconocimientos y se permite puntualizar que los que se citan en el Puerto del Milagro están más bien localizados en el Arroyo Acebrón; Mallada (L.) y Dupuy de Lôme se refieren a la depresión de este arroyo cuando se ocupan de la fauna del Puerto del Milagro.

El autor no ha encontrado *cefalópodos* ni *Orthis vesperilio*. Tampoco ha podido hallar *Nucula Eschewegii*

ni *Dalmanites socialis*. Asimismo, a la relación de yacimientos de la segunda fauna de Barrande, debe añadir las zonas meridionales de la Sierra de Altomira (Puerto de San Vicente) en las cuencas de los arroyos Guadarranque y Guadarranquejo.

En cuanto a los elementos paleontológicos de las cuarcitas los ha encontrado en todos los parajes de Los Montes. Es conveniente hacer notar, sin embargo, que en las cuarcitas superiores (Puerto de Los Yébenes, por ejemplo) ha encontrado algunas *crucianas* gigantes, que, por no haber conseguido separarlos de las rocas, no ha sido posible su clasificación.

Por último, debe añadir que en la zona de Navas de Estena, Robledo del Mazo y Sevilleja de la Jara están trastornadas y trituradas las pizarras que los elementos paleontológicos encontrados son de muy difícil clasificación. Ello ocurre, en general, en todos los yacimientos pizarrosos de Los Montes, en donde es difícil encontrar ejemplares enteros; pero esta circunstancia está mucho más acusada en los parajes citados.

DIFERENCIACIÓN PALEONTOLÓGICA

Diferenciación general del Ordoviciense.—Repasando la lista de fósiles citados anteriormente, salta a la vista una primera diferenciación, entre el Ordoviciense inferior y el medio y el superior.

Crucianas, scolithus y vexillum, que se encuentran en los horizontes de cuarcitas, son, sin género de duda, arenigienses, mientras que en las pizarras superiores se encuentran fósiles correspondientes a la fauna segunda de Barrande, necesariamente más alta que el Arenigiense y que corresponde al Llandeilense o Caradociense.

Por tanto, una inmediata discriminación indudable, nos lleva a incluir los horizontes de cuarcitas en el Are-

nigiense y el de las pizarras superiores, en tramos más altos del Ordoviciense, lo cual es ya sobradamente conocido.

Arenigiense.—Si queremos avanzar en la diferenciación de este tramo ordoviciense, se nos presentan algunas dificultades, que radican principalmente en la poca precisión del nivel geológico donde se han encontrado los elementos paleontológicos.

Así vemos en la relación anteriormente incluida que la referencia a la situación de los fósiles citados se reduce en la mayor parte de los casos al término municipal: sólo dos especies se citan en el Puerto de Los Yébenes y otra en el Castillo de Guadalerzas, parajes que, si bien extensos, dan al menos alguna mayor precisión. Se hace, pues, muy difícil determinar el nivel geológico de yacimiento.

La relación de fósiles arenigienses citados en Los Montes de Toledo no nos permite, por su poca precisión estratigráfica, llegar a una diferenciación dentro del tramo, y para tratar de hacerla ha de recurrir el autor a sus reconocimientos personales.

Pero aun en éstos se encuentran nuevas dificultades, que radican en la «promiscuidad» paleontológica que frecuentemente se observa en estos parajes, pues en las laderas de los cerros, debido a la erosión y al avance de los detritus, se encuentran muy mezclados los fósiles de edad diferente.

En este sentido merece citarse que, en donde con más profusión se encuentran fósiles, es en las «pedrizas» que tan profusamente existen en las laderas de los cerros, las cuales están, a veces, a cotas muy bajas y, sin embargo, la mayor proporción de los cantos que las componen es suministrada por el derrubio de las cuarcitas de coronación. Aparte de esto, en todas las laderas se encuentran numerosos cantos, con fósiles de procedencia incierta.

Sólo deberíamos, pues, orientarnos por los elementos paleontológicos encontrados en los bancos aun no derruidos por la erosión; pero, pese a la frecuencia de los fósiles de estas formaciones, no son volumétricamente muy numerosos; sólo la gran erosión y el arrasamiento producen dicha frecuencia y las faunas que pudiéramos obtener, «in situ», son escasas.

No obstante, la estructura y naturaleza de las rocas que los contienen nos pueden dar una orientación eficaz, pues estos fósiles constituidos, en general, por pistas e impresiones, siempre se encuentran unidos a las rocas, y teniendo en cuenta la diferenciación litológica que antes hemos hecho, podemos distinguir las rocas eminentemente cuarcitosas de las cumbres y cuarcito-aluminosas de las laderas. Añadamos, sin embargo, que esto no representa una neta línea de separación, pues muchas veces, por descomposición, las cuarcitas pizarrosas pierden sus partes aluminosas, dando lugar a cantos semejantes a las cuarcitas puras. No obstante la litología en que se encuentran los fósiles, es una indudable orientación.

Con referencia a los fósiles encontrados por el autor, los *scolithus*, principalmente *S. linearis*, Hall, los ha hallado siempre en las laderas, en cuarcitas pizarrosas pardas o ferruginosas. Únicamente en Navalucillos ha encontrado *Scolithus Dufrenoyi*, Rou, algo más altos y en cuarcitas más puras.

Las crucianas las ha encontrado también, en general, en las zonas bajas, principalmente *Cruciana furcifera*, D'Orb, y *C. Goldfussi*, Rou. La primera la señala Hernández Pacheco (E.) en el Castillo de las Guadalerzas, que se encuentra en el horizonte litológico inferior de cuarcitas pizarrosas.

No obstante, en el Puerto de Los Yébenes hemos visto *crucianas* de gran tamaño en las cuarcitas superiores, las cuales no han podido clasificarse, por no haber podido

separarlos de las rocas. Hernández Pacheco (E.) señala también en este paraje *cruciana* s. p.

En cuanto a los *vexillum* (*V. Halli* y *Desglandi*, Rou), siempre los ha encontrado el autor en las cuarcitas superiores, y aunque algunas veces los ha recogido en cantos sueltos de las laderas, la roca acompañante es eminentemente cuarzosa, indicando su procedencia de las cuarcitas de las cumbres. Hernández Pacheco (E.) señala *Vexillum Desglandi*, Rou, y *V. Morierei*, Sap, en el Castillo de Guadalerzas, correspondiente al horizonte inferior; pero no se indica si se trata de cantos sueltos (lo cual creemos probable) y, por tanto, su procedencia es incierta.

Según las observaciones del autor, el horizonte litológico inferior, de cuarcitas pizarrosas, contiene principalmente *scolithus linearis*, Hall, *Cruciana furcifera*, D'Orb, y *C. Goldfusi*, Rou, mientras que el superior de cuarcitas puras contiene, principalmente, *Vexillum* con alguna *cruciana* s. p. y muy excepcionalmente *Scolithus Dufrenoyi*, Rou.

Para la cronología de estos fósiles, nos referimos al «Cuadro Comparativo de Clasificación Siluriana» que Hernández Sampelayo (P.) incluye al final de su notable publicación «El sistema Siluriano» (Memorias del Instituto Geológico y Minero de España). Este cuadro comparativo representa la clasificación más detallada y acertada del Siluriano español que hasta ahora se ha hecho.

Por él vemos que todos los fósiles citados en las cuarcitas se refieren a las zonas 3.^a, 4.^a y 5.^a, correspondientes al Skiddaviense y Llanvirniense.

Cruciana furcifera, D'Orb, y *C. Goldfusi*, Rou, así como *Scolithus*, se incluyen en las zonas 3.^a y 4.^a (Skiddaviense), mientras que *Vexillum Halli*, Rou, se encuentra en la 5.^a (Llanvirniense). Parece, pues, que podemos

diferenciar al menos los horizontes Skiddaviense y Llanvirniense.

En cuanto a las anomalías, la presencia de *Cruciana* s. p. no puede indicarnos nada por su clasificación imprecisa y, por otra parte, Hernández Sampelayo (P.) admite que algunas *crucianas* (*C. rugosa*) pasan al Llanvirniense.

Respecto al único ejemplar de *Scolithus Dufrenoyi*, Rou, que hemos encontrado en las cuarcitas superiores, sólo indicaría que esta especie llega apenas a la zona 5.^a; pero, en general, los *scolithus*, especialmente *S. linearis*, Hall, se encuentran en el horizonte inferior.

Todo ello nos induce a la diferenciación del Arenigiense en dos pisos: el inferior, litológicamente de cuarcitas pizarrosas, con *Cruciana furcifera*, D'Orb, *C. Goldfusi*, Rou, y *Scolithus linearis*, Hall, que podemos incluir en el Skiddaviense (zonas 3.^a y 4.^a), y el superior, de cuarcitas propiamente dichas, con *Vexillum Halli*, Rou, y *V. Desglandi*, Rou, en el Llanvirniense (zona 5.^a).

Ordoviciense medio.—Los fósiles que hemos relacionado correspondientes a la pizarra pertenecen a la segunda fauna de Barrande y, por tanto, es obligado incluirlos en el Llandeilense o en el Caradocciense.

Siguiendo la clasificación de Hernández Sampelayo (P.), la situación cronológica de algunos de los fósiles encontrados es la siguiente:

Llandeilense

Zona 8.^a.—*Asaphus nobilis*, Barr; *Placoparia Tourneminei*, Rou.

Zona 9.^a.—*Bellerophon bilobatus*, Sow.

Zona 10.—*Iliaenus Hispanicus*, Barr y Vern.

Zona 11.—*Redonia Duvaliana*, Rou.

Caradoccense

Zona 12.—*Orthis vespertilio*, Sow.

Zona 13.— ———

Zona 14.—*Dalmanites socialis*, Barr.

Zona 15.— ———

Vemos por esta relación que la mayor parte de los fósiles pertenecen al Llandeilo, pues si bien *Orthis vespertilio*, Sow. está en la transición, puede incluirse sin dificultad en el Llandeilense.

Sólo *Dalmanites socialis*, Barr., es caradoccense; pero esta especie se ha encontrado únicamente en las pizarras de Navas de Estena, en donde están muy trituradas, siendo difícil encontrar fósiles suficientemente enteros para su clasificación, por lo cual podría haber existido algún error al clasificar la citada especie, pues llama la atención su aislamiento entre los demás restos Llandeilenses.

Por otra parte destaca la preponderancia de *Calymene Tristani* Brong., que el autor ha encontrado en Navas de Estena, en horizontes muy altos de pizarras, siendo esta especie esencialmente del Llandeilo.

Hiatos.—El horizonte de cuarcitas pizarrosas silurias se apoya directamente sobre las pizarras y calizas cambrianas y comienza con *crucianas* y *scolithus*, no habiéndose señalado restos de las zonas 1.^a y 2.^a correspondientes al Skiddaviense inferior (Cuarcitas Armoricanas; Tremadoc). Por tanto, parece posible admitir un período de emergencia en la parte más baja del Siluriano.

Ahora bien, en Robledo del Mazo y Sevilleja de la Jara se intercala entre el Cambriano y el Siluriano una pudinga, que a juicio del autor es contemporánea del Skiddaviense inferior. Sobre esta pudinga tiene en preparación unas notas que espera publicar en breve, por lo

cual no se extiende más sobre el particular. Si conviene adelantar, sin embargo, que se trata de depósitos continentales y, por tanto, no se oponen a admitir un período de emergencia en la base del Siluriano.

Hernández Sampelayo (P.) admite este hiato entre el Cambriano y Siluriano en el Paleozoico español, indicando que aún no se ha demostrado la presencia del Tremadoc.

Las zonas 6.^a y 7.^a de tránsito entre el Llanvirniense y el Llandeilo no parece estar representado en Los Montes de Toledo: litológicamente existe una neta separación entre las cuarcitas y pizarras, y desde el punto de vista paleontológico *Vesillum Halli* se encuentra muy alta en las primeras, mientras que los horizontes más bajos de las pizarras contienen *Calymene Tristani*. Es, pues, muy probable que exista otro período de emergencia en este lugar de la columna estratigráfica.

Siluriano superior.—Aunque estas notas se refieren sólo al Ordoviciense, parece obligado señalar también, siquiera sea como orientación, al Siluriano Superior, del mismo modo que nos hemos ocupado por abajo del Cambriano.

En realidad, en Los Montes está muy escasamente representado el Siluriano superior, si no es en las zonas meridionales, de dudosa separación geográfica con la región Mariánica.

En Horcajo de los Montes existen algunos estratos pizarrosos con *graptolitos* que posiblemente pudieran incluirse en el Gothlandiense inferior (Llandowernense).

RESUMEN ESTRATIGRÁFICO

Por todo lo anteriormente expuesto, vemos que existen varios horizontes que podemos diferenciar litológica y paleontológicamente y nos es permitido por ello re-

construir la siguiente columna estratigráfica del Ordoviciense (de abajo a arriba), esquemáticamente prolongada en sus extremos.

Situación	Litología	Paleontología	Horizontes
Preferente en los valles	Pizarras y calizas marmóreas	<i>Archaeociatidos</i>	Cambriano
Período de emergencia			Tremadoc (zonas 1. ^a y 2. ^a)
Laderas de cerros y alineaciones	Cuarcitas pizarrosas, pardas o ferruginosas; poco tenaces	<i>Scolithus linearis</i> , Hall. <i>Cruciana furcifera</i> , D'Orb. <i>C. Goldfusi</i> , Rou.	Skiddaviense superior (zonas 3. ^a y 4. ^a)
Coronación de cerros y alineaciones	Cuarcitas puras; grises blanquecinas; tenaces, duras	<i>Vexillum Halli</i> , Rou. <i>V. Desglandi</i> , Rou.	Llanvirniense inferior (zona 5. ^a)
¿Período de emergencia?			Llanvirniense superior. Llandeilense inferior (zonas 6. ^a y 7. ^a)
Terrenos pizarrosos sobre las cuarcitas	Pizarras azules; a veces superficialmente rojizas	<i>Calymeni Tristani</i> , Bong. <i>Asaphus nobilis</i> Barr. <i>Bellerophon bilobatus</i> , Sow. <i>Hillaenus Hospanicus</i> , Barr. <i>Redonia Duvaliana</i> , Rou.	Llandeilense (Zonas 8. ^a a 11. ^a)
Pizarras	Idem id.	¿ <i>Dalmanites socialis</i> ? Barr.	Horizonte de existencia muy dudosa. ¿Caradoccense?
Zonas meridionales de los Montes: límites con la Región Mariánica	Pizarras	<i>Graptolítidos</i> .	Siluriano superior

El autor desea hacer notar que no considera definitiva la anterior columna estratigráfica de Los Montes de Toledo, pues quizá sea necesario una más minuciosa sistemática, en la determinación exacta del nivel geológico de yacimiento de los fósiles. No obstante, la considera muy aproximada a la realidad y de indudable orientación para el estudio de esta región paleozoica y de otras semejantes. Ello es la razón de publicar estas notas, agradeciendo de antemano las observaciones que se le puedan hacer.

Febrero 1955.

Acerca de la edad de la facies wealdense
del norte de Asturias

POR

A. ALMELA, JOSE M.^a RIOS y JOSE DE LA REVILLA

A. ALMELA, J. MARIA RIOS y J. DE LA REVILLA

ACERCA DE LA EDAD DE LA FACIES WEALDENSE DEL NORTE DE ASTURIAS

GENERALIDADES

La representación geológica de Asturias experimentó un cambio de relativa trascendencia cuando las formaciones secundarias de la faja costera que, desde los estudios de Schulz figuraban como liásicas, atribución mantenida después por Adaro, pasaron a figurar como cretáceas. Este cambio fué motivado, al parecer, por los estudios que realizó Karrenberg y que fueron publicados en 1934 (5). La nueva interpretación fué aceptada en general y pasó a diversas representaciones cartográficas del territorio nacional, entre ellas la última edición del mapa a escala un millón de 1952.

Cuando hace algunos años iniciamos nuestras campañas geológicas en Asturias y llegamos a esta zona, coincidimos, en principio, con las atribuciones de Karrenberg. En efecto, la región que se extiende desde más o menos el kilómetro 458 de la carretera de Oviedo a Gijón, desde el plano inclinado de San Pedro en el ferrocarril «Carbónero», desde Sariego, Peón y Colunga, etc., hacia el Norte, presenta una inconfundible facies wealdense, que reposa

en discordancia sobre diferentes tramos del Lías y que llega, en muchos sitios, hasta la costa, que en su mayor parte está constituida por esta facies desde Gijón hasta más allá de Tazones.

En las extensísimas zonas de intensa meteorización que constituyen la mayor parte de esta área, dominan los afloramientos de areniscas de colores amarillos, con frecuencia cargados de lignitos y otros restos de origen vegetal, muchas veces transformados en azabache o sustituidos por limonita, o bien una serie de bancos de conglomerados de canto silíceo bien rodado, cuyo conjunto da la impresión de un auténtico y característico Wealdense.

Si se añade a ello la relativa semejanza con otras facies, situadas inmediatamente al Sur, que contienen abundantes Orbitolinas, cuya edad oscila entre el Aptense y el Cenomanense, y que portan, en su base, conglomerados de cantos silíceos bien rodados, no es de extrañar que se tendiese, a falta de documentos paleontológicos prácticamente inexistentes, a atribuirles, como hizo Karrenberg, la edad Wealdense, con cuya facies tiene, desde luego, una gran analogía.

Pero cuando se recorren por su pie los acantilados de la costa donde estas formaciones ofrecen magníficos afloramientos, prácticamente continuos, se observa que en su composición intervienen, además, horizontes margoso-calizos de cierta consideración; éstos no son fáciles de apreciar en las rasas que se extienden hacia el interior, por su carácter más deleznable, al menos hasta que su conocimiento en la costa no nos enseña su existencia y características. Estos niveles han suministrado abundante y variada fauna que podría, no obstante, completarse e intensificarse en gran

medida. De una manera sistemática esos fósiles se integran en las clasificaciones del Dogger.

En esta nota nos proponemos señalar, basados en estas clasificaciones, la edad jurásica de la mayor parte de ese paquete de facies wealdense, que quizás en su parte más alta representa ya niveles auténticamente wealdenses, si bien no nos ha sido posible demostrarlo por ahora.

De paso describimos las características litológicas y de disposición de estas formaciones y señalamos las cuestiones paleogeográficas y tectónicas que la nueva atribución suscita.

Esta nota es un adelanto a la cartografía regional que preparamos, junto con su explicación, y que esperamos aparezca muy en breve.

ANTECEDENTES

Ya dijimos antes que Schulz, en magnífico trabajo (1), describe esta formación en 1858 y señala la presencia de conglomerados (piedra fabuda, según la denominación local), areniscas y margas, lignitos y azabache frecuentes. También encontró restos fósiles en la zona comprendida entre la playa de Tazones y la de Lastres, y señala en estos yacimientos la presencia de *Trigonia*, *Astarte*, *Cardium*, *Tellina*, *Gervillia*, *Cardinia*, y, concretamente en el término de Lucas, cerca de Lastres, cita las especies de *Cardinia híbrida*, *C. fascicularis*, *Thallasites Listeri*, *Astarte detrita*, y en niveles más altos, *Melania*s y *Turritellas* abundantes.

Todos estos niveles que descansan, según él dice, concordantes sobre margas y calizas, en bancos delgados muy fosilíferos, los atribuye al Liásico, así como los tramos inferiores, de determinación paleontológica muy precisa, por

la existencia de abundantes Braquiópodos, Lamelibranquios y Ammonites. Recordemos que cita la existencia de partes de esqueleto (vértebras y aletas) de Plesiosaurios entre Puntal y Tazones, en las margas oscuras del Lías.

Adaro acepta las interpretaciones de Schulz y mantiene, por consiguiente, la edad liásica de tales estratos.

Posteriormente Dubar, en el año 1925 (2 y 3), publica dos trabajos, confirmados más tarde en las publicaciones del Congreso Geológico Internacional de Madrid (4), en los que, tras describir el Lías, afirma que ha tenido lugar una transgresión del Jurásico superior sobre el Liásico, de modo que una potente serie de 120 metros de pudinga cuarzosa, areniscas amarillas de estratificación cruzada, capas piritosas de lignito y margas varioladas, amarillas, grises o rosadas, transgrede sobre el Toarciense medio. Todas estas observaciones se refieren a la zona de Ribadesella. Aún sobre el paquete inferior recién citado, con las pudingas, se encuentran margas pizarreñas y areniscas menos bastas, de color gris negruzco, que en la segunda bahía al Este de Ribadesella contienen una fauna compuesta por *Aspidoceras longispinum*, *Arca texta*, *Gervillia*, *Perna Bayani*, *Trigonia*, *Astarte* y *Exogyra virgula*, fósiles que determinan el Kimmeridgense.

El detalle de la serie estratigráfica que da Dubar en su trabajo citado (2) para los alrededores de Ribadesella es el siguiente (descrita en sentido ascendente):

- 1) Pudingas silíceas con cantos de cuarcita y arenisca. En la parte superior, una capa de lignito piritoso; 14 m. Areniscas margosas rojas, margas rojo-violáceas y lechos de caliza margosa amarillo-verdosa; 35 m.
- 2) Margas y areniscas más o menos bastas, rojizas y gris-amarillentas, de tonos irisados, con trazas de carbón; 60 m.

- 3) Arenisca margosa gris-azulada, dura, con escamas de peces ganoides y un diente de escualo; 6 m.
- 4) Areniscas y margas pizarreñas negras que en los alrededores de Ribadesella contienen:
Cerithium cf. *Manselli* Lor.
Alaria cf. *Beaugrandi* Lor.
Natica Venelia Lor.
Astarte, *Nucula*, *Cyprina*, *Sphoeria*.
Estas margas pasan a la segunda bahía, al Este de Ribadesella, con una fauna análoga; 50 m.
- 5) Continuando la serie, en la bahía, se encuentra arenisca de tono oscuro en que uno de los bancos superiores contiene muchas Trigonías, habiendo determinado la siguiente fauna:
Trigonia Oviedensis Lyc.
Trigonia variegata Credner.
Trigonia infracostata Lyc.
Trigonia Bronni Agass.
Astarte elegans Ziet.
Homomya.
Nivel de margas negras y areniscas.
- 6) Areniscas en bancos gruesos con ripple-marks. En un banco de la parte central encontró *Aspidoceras longispinum* Sow.
Margas negras con algunos bancos de arenisca.
- 7) Areniscas y margas negras con *Exogyra virgula* Defr. *Modiola* y *Lucina*.

Para matizar nuestras observaciones conviene analizar con más detalle las que hizo Karrenberg (5) en la región cántabro-astur, puesto que parece que es el primero que atribuyó al Wealdense las formaciones en cuestión, que en anteriores mapas habían figurado como liásicas.

Refiriéndose a la región cantábrica del SO., al SO. de Reinosa (Becerril-Aguilar de Campo-Cervera de Río Pisuerga), menciona la presencia, sobre el Lías, del Dogger y del Malm, probable en algunas localidades y demostrada en otra, y menciona que en Becerril, hay indicio claro de

tránsito de Jura a Wealdense. El tránsito tiene lugar por inserción entre capas de textura algo oolítica, de hiladas delgadas de arcillas rojas que son el anuncio de la inserción de una serie constante de arcillas rojas y areniscas o finos conglomerados cuarzosos, en que aparecen conglomerados calizo-oolíticos y un banco calizo tras el que sigue ya la serie típicamente wealdense. El conjunto se atribuye al Bathoniense-Calloviense, y las capas arenosas y conglomeráticas, alternantes con típicas calizas jurásicas, a la parte más alta del Jura, sin que sea posible la apreciación paleontológica del nivel a que se efectúa el tránsito, dentro del Jura, a la facies wealdense.

Se confirman en esta zona las observaciones hechas en regiones más orientales (Cantabria oriental, Sierra de la Demanda, etc.) por diversos autores nacionales y extranjeros (Ciry, Clemente Sáenz, Olagüe y nosotros mismos, entre otros) de que la facies wealdense baja hasta representar niveles del Jura Blanco.

Con respecto a la región cantábrica del NO., más al Norte de la divisoria de aguas, señala que, por ejemplo, al N. de Reinosa, el Dogger inferior y medio está representado por margas grises, ricas en Ammonites. El Calloviense aún contiene Ammonites (Villacarriedo), pero pasa gradualmente a margas rojizo-verdosas, que indican aterramiento de la depresión y que por intercalaciones de bancos finos de areniscas pasan al auténtico Weald. Hay tránsito sin interrupción sedimentaria, según Karrenberg. Más al Norte (Liérganes, Santander, Cabezón de la Sal) hay evidente erosión post-Kimmeridgense, que arrastra total o parcialmente, Malm, Dogger e incluso el Lías.

En Asturias señala la presencia del Lías, con restos de erosión post-Kimmeridgense, y afirma que el Aalenense,

Dogger y Malm inferior han desaparecido como consecuencia de tal arrastre.

Hace notar la presencia del Malm superior, demostrada por Dubar en Ribadesella, conjunto que atribuye al Kimmeridgense. Cita también la presencia de *Trigonia* en Tazones y Villaverde.

En cuanto a la serie Wealdense afirma que en la depresión de Oviedo el Lías está cubierto por una serie de conglomerados cuarzosos, areniscas, pizarrilla y arcillas, que Schulz atribuyó al Lías (1858) y Dubar, como acabamos de decir, al Kimmeridgense.

Los fósiles marinos sólo se encuentran en la zona costera, al NO. de Oviedo (de Villaverde a Ribadesella), mientras que faltan más al Sur. Al S. de Llantones y E. de la carretera carbonera menciona, sin detalle, a la altura media de la serie estratigráfica de facies weald, una faunela salobre, análoga a las de Cantabria.

Se trata, siempre según Karrenberg, de una serie predominantemente clástica, que pudiera ser continental en su mayor parte, pero que en su zona media presenta intercalaciones salobres y en la septentrional incluso es netamente marina.

La presencia (citada por Dubar) del *Aspidoceras longispinum* Sow, que yace en Ribadesella 50 metros por encima de la potente serie clástica, indica que el Wealdense se iniciaría ya en el Kimmeridgense superior. Hace la salvedad de que para ello acepta que la determinación paleontológica fué correcta y que, en efecto, caracteriza tal forma ya el Kimmeridgense superior y no el Portlandés.

Por consiguiente, se aprecia en Karrenberg una tendencia a trasponer la base de todo el conjunto wealdense lo más cerca posible del Jurásico más alto.

El límite superior de la formación wealdense se señala, según Karrenberg, por el avance de los mares aptenses, cuya ingresión tiene lugar en épocas distintas para las distintas zonas. Así, por ejemplo, en Luanco, posiblemente ya en el Barremense, y en Pola de Siero, en el Aptense medio.

Resumiendo todos estos conceptos vemos que, hasta la intervención de Karrenberg, se admitió siempre la existencia de un conjunto de formaciones más bajas que el Cretáceo, que los autores más antiguos, Schulz y Adaro, atribuían al Lías, y que Dubar, más tarde, rectificó señalando que de los paquetes de que, según él, se compone el conjunto, el inferior resultó estéril y el superior contenía una fauna kimmeridgense.

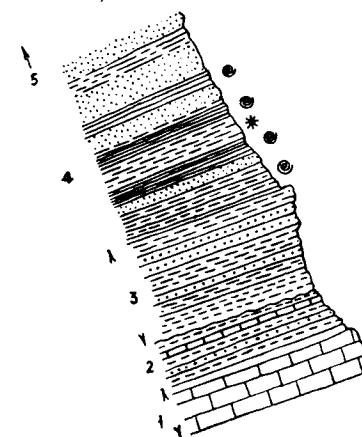
Karrenberg, parece, según se deduce de sus propias descripciones, que no descendió a mucho detalle en sus reconocimientos, y al combinar éstos con las interpretaciones que dió a otros datos regionales, y sobre todo a los de Dubar, consideró que la base del sistema estaría en el Kimmeridgense, pero el grueso sería ya Wealdense, elevando, por consiguiente, considerablemente la edad del paquete.

Nuestros estudios, como veremos en seguida, confirman en parte las atribuciones anteriores. Si nuestras clasificaciones son correctas, el paquete superior representa, además, el Dogger, y el inferior, que constituye probablemente la base de este piso, descansa discordante sobre el Toarcense.

ESTRATIGRAFÍA

El conjunto en cuestión puede dividirse, *grosso modo*, en tres paquetes, pero hacemos la salvedad de que sus contactos no son muy fijos, sino que hay tránsitos laterales y

repeticiones y las características varían considerablemente de unas zonas a otras, por lo que la delimitación es sólo aproximada. Los tres paquetes a que nos referimos son los representados en el croquis siguiente por los números 3, 4 y 5.



Esquema del Jurásico de la Región Costera Asturiana
1.—Lías inferior calizo. 2.—Lías superior calizo-mar-goso tubular. 3.—Dogger inferior en facies rojo-vinosa con bancadas de areniscas duras. 4.—Dogger superior y Malm en facies alternantes de margas pizarreñas os-curas con fósiles, y areniscas tanto más amarillas cuan-to más altas. * Recurrencia de las facies vinosas.
5.—Malm superior y quizás Weald inferior en alguna zona, de margas gris amarillentas y areniscas amarillas alternantes.

Tramo inferior de margas rojas.

Sobre el Lías superior de margas y calizas en lechos del-gados y muy regulares, cuajados de fósiles, que se clasi-fican en el Toarcense, viene el paquete 3, compuesto en la región oriental, al E. de la ría de Villaviciosa, por un con-

junto de lechos de índole margoso-arcillosa, de tonos rojizos oscuros y vinosos, con manchas verdosas, en espesor bastante considerable (hasta 100 m.). Al O. de la ría mantiene aún sus características, pero empieza a mostrar lentejones de conglomerados; en seguida estos conglomerados van adquiriendo cada vez más importancia y van sustituyendo, mediante tránsitos laterales, a las margas y arcillas rojas. Son estos bancos los de «fabuda», denominación local que se da a estos conglomerados de cantos de cuarcita, bien redondeados. Aproximadamente al Oeste de meridiano del Puerto de Sariego sustituyen los conglomerados casi por completo a las margas, sin que lleguen a faltar éstas totalmente, porque quedan siempre en la base en un ligero espesor y constituyen, además, la separación entre los tres gruesos bancos en que hacia el Oeste se ordenan sistemática y regularmente los conglomerados.

Su descripción litológica, algo más detallada, es como sigue: lechos de arcillas grumosas con diminutas laminillas de mica en fina y abundante dispersión; calizas irregulares con manchas verdosas; areniscas arcillosas de grano fino con arcilla dominante y tonalidades rojizo-amarillentas, que contienen fucoïdes, así como las margas arcillosas; areniscas grises, de grano medio, ásperas, muy duras, en bancos gruesos de larga corrida, pero con estratificación irregular, con frecuencia cruzada; con restos vegetales convertidos en lignito o azabache, a veces fragmentos de ramas y troncos, incluso de grandes dimensiones. Hacia el Oeste empiezan a contener lentejones de pudingas de cantos de cuarcita, bien redondeados, que se resuelven en tres lechos que en conjunto llegan a los 100 metros de espesor y que no reposan directamente sobre el Lías, ni unos sobre otros, sino que quedan separados por lechos de arcillas rojas. Estas

bancadas son muy regulares y continuas y las dos de la base tienen una tonalidad conjunta pardo-oscuro, mientras que la más alta es de tonalidades más claras y más rubias.

En estos paquetes de capas no hemos encontrado otros restos fósiles que los mencionados fucoïdes y restos vegetales, que no han arrojado ninguna luz acerca de su edad. Se encuentran situados bajo lechos que contiene fósiles del Dogger y sobre otros correspondientes al Toarciense, pero pueden tener otros yacientes más bajos dentro del Lías e incluso reposar sobre el Rético, de modo que el contacto es discordante sobre una superficie de erosión que afecta al Lías. Por estas razones suponemos que el tramo rojo basal del paquete que describimos corresponde aún al Dogger y constituye su base.

Tramo intermedio o de las margas grises.

Su estudio se puede realizar en muy buenas condiciones a lo largo de los cantiles de la costa que hemos seguido en forma casi ininterrumpida desde Gijón hasta Colunga. Es recorrido muy pintoresco e interesante, desde el punto de vista geológico, pero muy penoso y fatigoso.

Los afloramientos son allí espléndidos, pero en cuanto alcanzamos la rasa que se extiende hacia el interior, con sus infinitos prados, bosques y cultivos, la observación se hace sumamente difícil y discontinua. No obstante, es posible, de todas maneras, observar localmente las características más generales del tramo que vamos a describir.

Es mucho menos definido que el anterior y el siguiente, por cuanto presenta recurrencias de las arcillas rojas y su tránsito al tramo superior es poco menos que indefinido, por cuya razón no hemos practicado esta separación en

nuestros mapas. Además es, o nos ha parecido, inconstante en su composición. Reconocemos, sin embargo, que no lo conocemos con suficiente detalle para poderlo afirmar de manera rotunda.

Se puede definir como un flysch margo-areniscoso, en lechos que para los niveles margosos y calizo-margosos son delgados a tableados, a veces incluso hojosos, de perfecta regularidad en la estratificación. Los niveles de areniscas son más gruesos y menos frecuentes; de este modo no representa exactamente una facies flysch.

Las margas y margas calizas son de tonos grises, azulados, con frecuencia oscuros. Sus lechos se presentan a veces literalmente cuajados de fósiles, entre los que hemos determinado, en clasificación provisional y sujeta a revisión, a causa de falta de genotipos en nuestras colecciones y de suficiente bibliografía a nuestra disposición, las especies siguientes:

Playa de la Nora:

Thracia lata Goldfuss.

Playa de Careñas:

Neritina aff. bidens Sandberg.

Acantilados al N. de Tazones:

Pleuromya tenuistria Agass.

» *alduini* Agass.

Astarte minima Phill.

» *depressa* Golf.

» *Muhlbergi* Grepp.

Tancredia truncata Lyc.

Arca minuta Sow.

Corbula attenuata Lyc.

Leda lacryma Sow.

» *aff. Dammeriensis* Buv.

Nucula sp.

Chemnitzia variabilis Morris.

Kilvertia pulchra Lyc.

Paracerithium Cosmanni Riche.

Procerithium aff. icaunnense Cosm.

Cerithium sp.

Fusus aff. Roemeri Munst.

Acantilados al O. del Cabo Lastres:

Mytilus (Pachymytilus) Struckmani Choff.

Gervillia bathonica Morris-Lyc.

Cucullaea clathrata Leck.

Todos estos fósiles pertenecen al Dogger.

Algunos tal vez son bajocienses, pero en su mayoría son de edad Bathoniense, y aunque su clasificación no sea muy segura, por las razones arriba apuntadas, no hemos encontrado ninguna especie cretácea, ni aun siquiera del Malm, a la que poder referir la fauna recogida. Por consiguiente, y entre tanto no se pueda disponer de una fauna más abundante y de determinación más fácil, tenemos que considerar el nivel fosilífero, que es muy continuo todo a lo largo de la costa, como perteneciente al Dogger, y más bien a su parte alta, lo que da lugar a poder atribuir a la parte baja el paquete inferior de margas rojas.

Señalemos que las recogidas podrían intensificarse en gran medida, porque los fósiles son abundantísimos. Para ello hay que contar con los momentos de las mareas, pues estos acantilados son batidos por completo por las altas, con las que tuvimos la poca fortuna de coincidir en nuestros recorridos. Su extracción no es fácil y requiere tiempo, lo que explica que nuestras recogidas fueran relativamente pobres en comparación con la riqueza de los yacimientos. Como decimos, es preciso coincidir ampliamente con las bajamares si se han de hacer recogidas sin el riesgo de verse aislado por las aguas en situaciones que podrían ser, al menos incómodas, si no peligrosas.

Las areniscas que se intercalan aparecen en lechos de 10 a 50 cm. de grueso. En la parte inferior del paquete son grises, ásperas y duras. En la parte superior más blandas y de tonos francamente amarillos, en tránsito al tramo superior. La estratificación de las areniscas varía de irregular a cruzada, no obstante la gran continuidad y regularidad de sus bancadas.

En conjunto, se presentan las margas grises en dos o tres gruesos paquetes comprendidos entre tramos francamente más arenosos y amarillos, o bien de margas rojas del tipo de las de la base. No podemos afirmar, por falta de suficiente conocimiento, si se trata, en parte, de repeticiones por falla, aunque no lo creemos así; tampoco si esos paquetes se mantienen a lo largo de toda el área o son sustituidos por otras facies. Nuestra impresión es que la composición es inconstante, pero no podríamos asegurarlo.

Advirtamos que tanto los lechos margosos como los areniscosos contienen abundantes restos vegetales, sobre todo los últimos; en algunos lechos margosos coexisten las especies marinas con los restos vegetales. Se trata de ramas de dimensiones variables, a veces considerables, en fragmentos; su materia es unas veces lignito, otras azabache y otras ha sido sustituida por limonita. Son frecuentes las impresiones de ripplemarks.

Hacia el Oeste, es decir, hacia Tazones y más al Oeste, el tramo es menos margoso, menos gris, más amarillento y menos tableado; sus características no son tan netas como en la zona de Lastres, pero sus faunas son igualmente ricas y abundantes. Los bancos de arenisca alcanzan espesores de hasta dos metros.

Tramo superior o de las areniscas amarillas.

Este tramo se separa muy difícilmente del que acabamos de describir. Resulta, sin embargo, evidente que cuando ascendemos estratigráficamente por el conjunto, entramos en niveles cada vez más arenosos y las areniscas son cada vez más amarillas y más blandas. No faltan las arcillas, pero son de tonos más claros y más arenosas. Las areniscas siguen conteniendo restos vegetales. Su facies es muy típica del Weald. Es posible, aunque no podemos demostrarlo, que su parte más alta sea ya cretácea. La parte más alta de este conjunto, la que pudiera ser más francamente cretácea, nos parece ser la que se encuentra al Norte de la línea que va del kilómetro 458 de la carretera general al plano de San Pedro y La Collada, pero solamente en la porción más meridional, porque la septentrional está incuestionablemente constituida por el Dogger (fabuda).

Relaciones con el resto de las formaciones secundarias.

Antes de referirnos a la relación de éstas con las restantes manchas secundarias conviene decir algunas palabras acerca de su disposición general. Lo haremos con brevedad y muy esquemáticamente, porque esperamos publicar en breve los resultados de esta primera etapa de nuestras investigaciones acerca de los recubrimientos sobre el Carbonífero asturiano.

Las formaciones que hemos descrito forman parte de una serie estratigráfica que descansa en absoluta discordancia sobre el Carbonífero, salvo zonas locales de concordancia accidental y que fosiliza su relieve, rellenando sus

depresiones y cavidades y rodeando sus zonas altas hasta llegar a anegarlas finalmente.

La serie se inicia por formaciones permianas y triásicas; falta el Muschelkalk, al menos en su facies típica, y continúa con el Keuper y el Liásico. Sobre éste transgrede el conjunto que hemos analizado, mediante la mencionada superficie de erosión, mucho más leve que la que separa el Permiano del Carbonífero.

La disposición conjunta de toda esta serie, en la zona en que aparece el Dogger, puede definirse como tabular-irregular para la parte transgresiva sobre el Liás y tabular ondulada para el conjunto inferior.

En gran conjunto la región que queda al Norte del paralelo de Villaviciosa buza hacia el Norte con pendientes que no exceden en general de los 20° y suelen ser más reducidos, sobre todo hacia el Norte.

Al Sur del mencionado paralelo todo se hunde en general hacia el Sur, con pendientes parecidas.

De modo que el conjunto se dispone como un abombamiento, a que por su irregularidad no conviene el nombre de anticlinal. En todo él no hay formaciones datadas más modernas que el Kimmeridgense, pero es posible que los niveles más altos de la zona SO. sean ya cretáceos, del Wealdense.

La relación de toda esa zona con las formaciones que vienen al Sur resulta sumamente confusa e indecisa, al menos para el paquete que transgrede sobre el Liás.

Hay una línea de discontinuidad, sumamente neta, que delimita por el Sur estas formaciones atribuidas al Jurásico. Esta línea corresponde, sin duda, por la discontinuidad que supone y por la índole tectónica de los contactos,

a una gran falla, accidente mayor o de primer orden, que debe afectar profundamente al basamento paleozoico.

El Liásico se prolonga aún al otro lado de ella, sin cambio sensible en su composición, pero se extingue poco más al Sur. Del Dogger, en cambio, no hemos encontrado traza alguna identificable, al otro lado de ella.

Por el contrario, el Cretáceo que existe del lado meridional de esta gran fractura, aunque conserva una analogía litológica relativamente acusada, con las facies Wealdenses del Dogger y Jura, reposa sobre el Liásico, discordante y transgresivamente, mediante formaciones arenosas, areniscosas, arcillosas o de pudingas, que contienen fósiles aptenses albenses y del Cretáceo Superior, entre otros, abundantes y típicas *Orbitolinas* que llegan al contacto mismo con el Jurásico.

De manera que a uno y otro lado de la falla hay en contacto formaciones litológicamente parecidas, pero de edades distintas, y se observa un salto estratigráfico considerable entre lo más alto que se ve al Norte de la falla y lo más bajo que se aprecia al Sur de la misma.

Esta falla, reflejo de una fractura transcendente en el yacente paleozoico, ha debido empezar a jugar después de depositarse el Liásico. Ahora bien: según las ideas de Stille, tenemos dos fases que actúan en el período de tiempo transcurrido desde el fin del Liásico hasta el fin del Jurásico: fase Intradogger y fase Neokimérica.

Este movimiento debió iniciarse al tiempo que todo ello se plegaba ligeramente e incluso originaba una elevación de los fondos de los mares, suficiente para originar una acción erosiva desigual que eliminó diferentes miembros de la parte alta del Liás en distintas áreas, creando yacientes variados, dentro del Liás, para la futura sedimentación del

Dogger. Entre las de Stille, la fase más próxima a ésta es la fase Intradogger de débil intensidad; pero si nuestras apreciaciones son correctas, el movimiento aquí debió producirse precisamente entre Lías y Dogger. La costa se alzaba no lejos al Sur y por el Oeste, como lo indica la índole y evolución de los sedimentos jurásicos, más detríticos hacia el Oeste, y representados sobre todo por conglomerados, inexistentes más al Sur por falta de deposición.

La sedimentación continúa ininterrumpidamente a lo largo del Dogger, en facies dudosas, como son las del tramo rojo, quizá continentales, y en seguida marinas, de profundidades más bien someras durante el Dogger superior y el Jurásico inferior. El tránsito al Wealdense es desconocido. La sedimentación en este período no rebasa más allá de la falla, y al contrario, la erosión elimina no lejos, al Sur de ella, todo resto de formaciones liásicas e incluso triásicas y permianas. En general, toda la historia sedimentaria indica que la región al Sur de la falla se ha mantenido sensiblemente más alta que la región al Norte de ella. El tránsito al Cretáceo podría haberse hecho en régimen continental, pero esta consideración es dudosa y puramente especulativa.

Los mares aptenses, procedentes probablemente del Noroeste, invaden toda la región y rebasan la falla hasta más al Sur de ella, donde no lejos existe una línea de costa.

La falla sigue funcionando lentamente, de modo que la erosión arrastra los sedimentos más meridionales y es finalmente el Cenomanense el que se apoya al Sur, sobre la costa paleozoica, mediante una base conglomerática de aspecto análogo a la fabuda, pero de estratificación desordenada y en bancadas poco compactas.

Plegamientos alpinos elevan del fondo de los mares es-

tas formaciones y durante el Paleoceno se deposita una serie de carácter continental en la depresión que se origina al Sur de la falla. Finalmente, los últimos plegamientos alpinos, probablemente intra o post-oligocenos, dan su conformación tectónica final, rejuveneciendo el relieve regional y plegando con violencia una estrecha faja de formaciones secundarias y terciarias, situadas al Sur de la gran falla, que queda afectada por una tectónica de tipo jurásico violento, mientras que las regiones al Norte y al Sur de esta zona débil intermedia quedan sencillamente afectadas de disposiciones semitabulares.

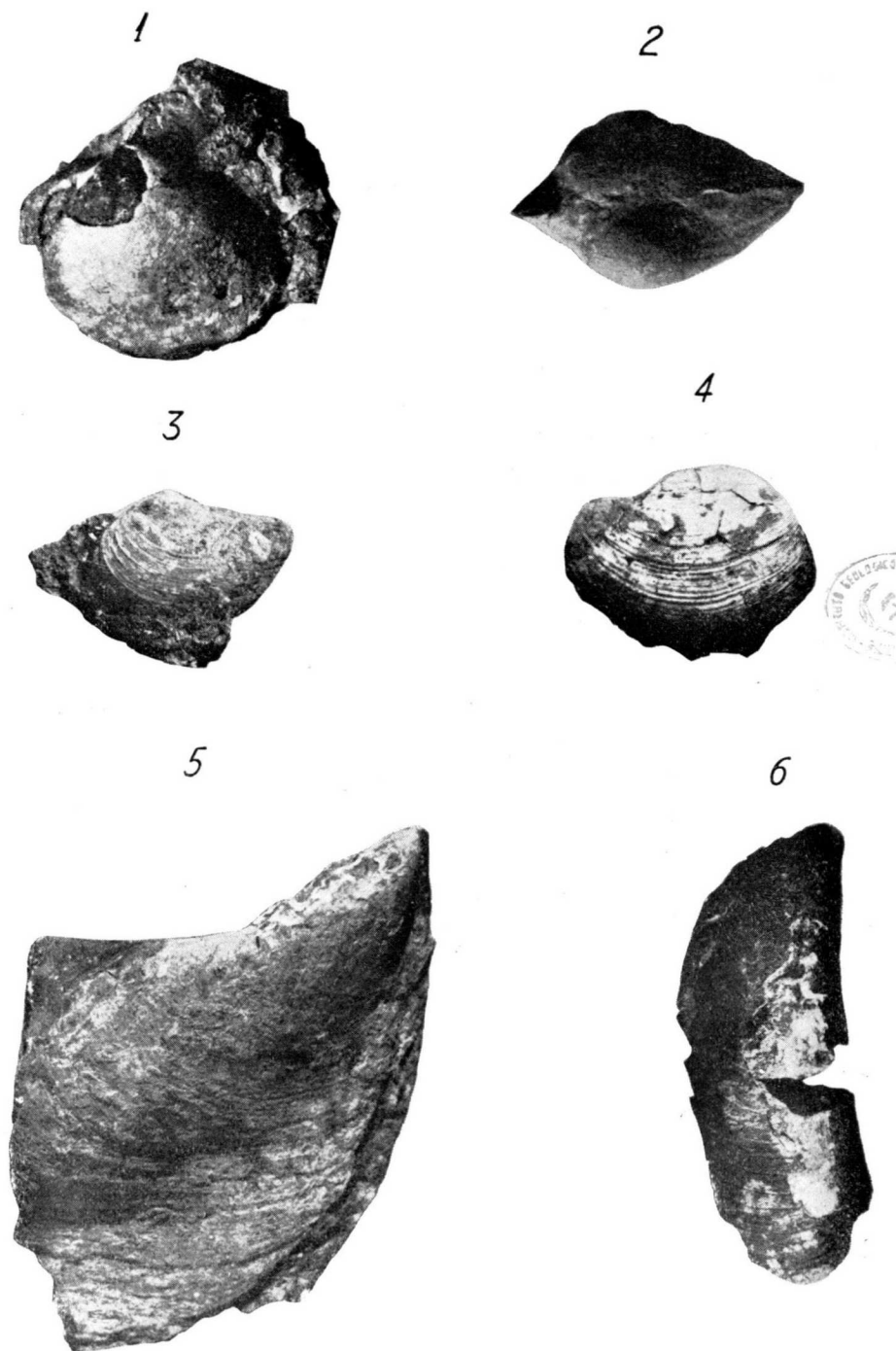
De todo ello daremos razón más detallada e ilustrada con esquemas en nuestro próximo trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) SCHULZ, G.: *Descripción geológica de la provincia de Oviedo*. Madrid, 1858.
- (2) DUBAR, G.: *Études sur le Lias des Pyrénées Françaises*. «Mem. Soc. Geol. du Nord.», 9, pág. 252. Lille, 1925.
- (3) — — *Note sur les formations du Lias et du Jurassique supérieur dans les Asturies*. «C. R. Acad. Sciences», t. 180, pág. 215, 1925.
- (4) — — *Les mouvements des mers dans le Pyrénées et dans le NO. de l'Espagne aux temps jurassiques*. «Congr. Geol. Int.», C. R. 2. Madrid, 1927.
- (5) KARREBERG, H.: *Die postvariscische Entwicklung des Kantabro-asturischen Gebirges (Nordwest Spanien)*. «Beitr. z. Geol. der Westl. Medit. Geb.», Berlin, 1934.

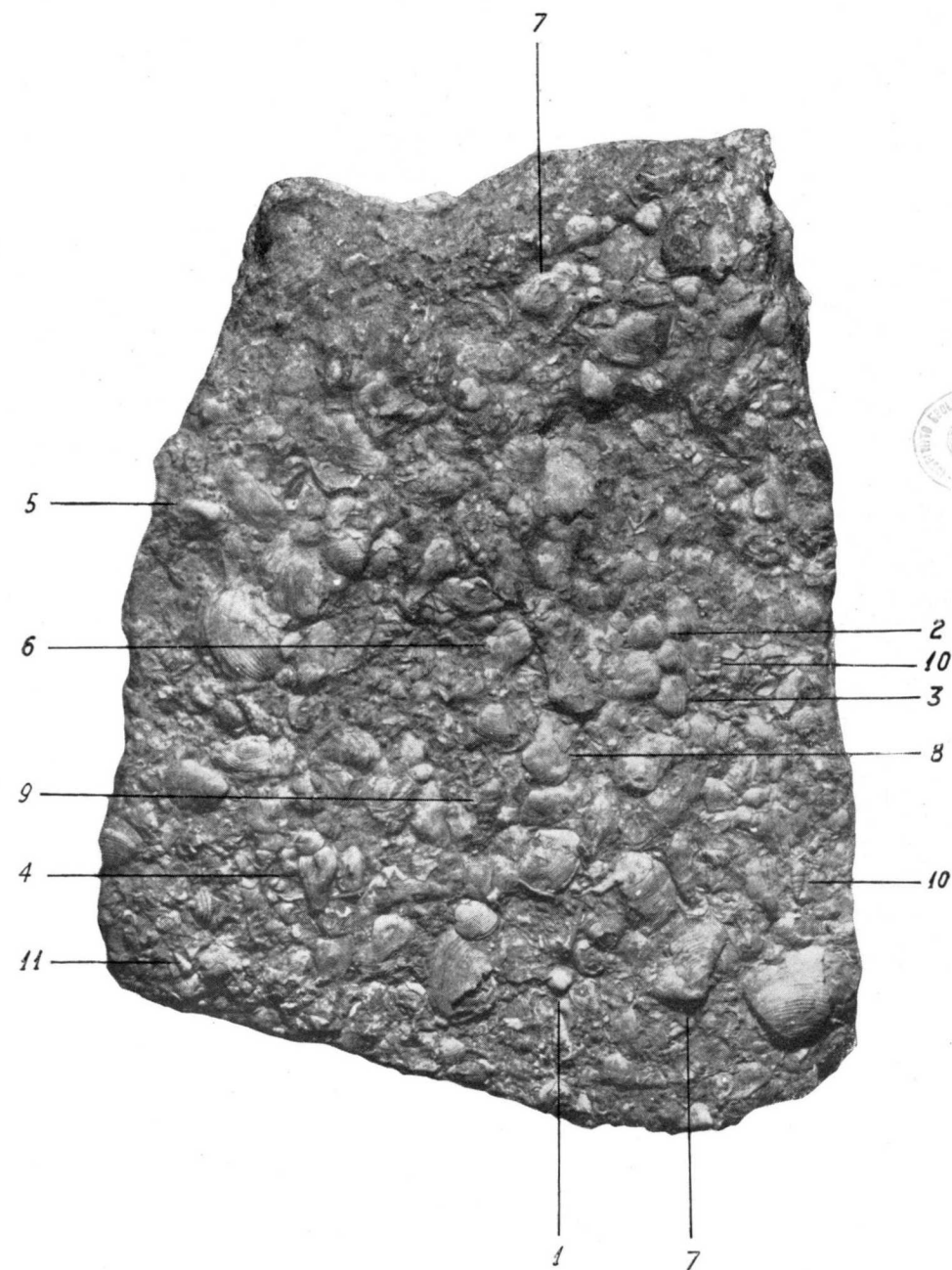
LAMINA I

- 1.—*Thracia lata*, Goldfuss. Bajociense. Playa de la Nora.
- 2.—*Cucullaea clathrata*, Leck. Bathoniense. Costa al oeste del Cabo Lastres.
- 3.—*Pleuromya tenuistria*, Agass. Bajociense. Punta de Tazones.
- 4.—*Pleuromya Alduini*, Agass. Bajociense. Acantilado al norte de Tazones.
- 5.—*Mytilus (Pachymytilus) Struckmani*, Choffat. Bathoniense. Costa al oeste del Cabo Lastres.
- 6.—*Gervillia bathonica*, Morris, Lycett. Bathoniense. Costa al oeste del Cabo Lastres.



LAMINA II

- 1.—*Astarte minima*, Phill.
- 2.—*Astarte depressa*, Goldf.
- 3.—*Astarte Mühlbergi*, Grepp.
- 4.—*Tancredia truncata*, Lycett.
- 5.—*Arca miuta*, Sow.
- 6.—*Corbula attenuata*, Lycett.
- 7.—*Leda lacryma*, Sow.
- 8.—*Leda* aff. *Dammeriensis*, Buv.
- 9.—*Chemnitzia variabilis*, Morris.
- 10.—*Procerithium?* aff. *icaunense*, Cossm
- 11.—*Fusus* aff. *Roemeri*, Munst.
Bajociense. Acantilado al norte de Tazones.



Estudio geológico de la Sierra de Ricote

Zona de enlace entre las hojas núms. 891 y 912,
correspondientes a Cieza y Mula

POR

ANTONIO MARTIN DIAZ

y

EMILIO TRIGUEROS MOLINA

ANTONIO MARTIN DIAZ y EMILIO TRIGUEROS MOLINA

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA SIERRA DE RICOTE

ZONA DE ENLACE ENTRE LAS HOJAS NUMS. 891 Y 912,
CORRESPONDIENTES A CIEZA Y MULA

INTRODUCCIÓN

Este trabajo, nuestra primera experiencia y actividad en el campo de la Geología, es fruto de la afición que por esta clase de estudios hemos adquirido en las aulas de la Escuela de Minas. Afición que nos llevó a solicitar de nuestro profesor, don José María Ríos, un tema de geología de campo para desarrollarlo como ejercicio práctico de cuarto curso.

Por entonces era tema candente para nuestro profesor el problema de la estructura geológica de la Sierra de Ricote (1) y (2). Allí se habían hecho hallazgos interesantes señalando por primera vez las facies de radiolaritas en España, y una fauna muy completa y variada de *Ammonites* eocretáceos, y estimó que aquellos reconocimientos limitados al área de la Hoja de Mula podrían extenderse con fruto a la de Cieza, contigua por el Norte.

Es ésta una zona de gran complicación, por lo que se creyó que la escala 1 : 25.000 a que, junto con el señor Almela, habían trabajado, podría ampliarse con ventaja para

una reducida zona, a la de 1:12.500, a la que hemos realizado este trabajo.

Esta gran complicación hubiera sido un obstáculo invencible para nuestra inexperiencia de no montar el área asignada sobre la zona estudiada por aquellos geólogos. Su estudio nos sirvió de guía en nuestros primeros pasos, y una vez familiarizados a través de él con facies y problemas, pudimos intentar extrapolarlos, con mayor o menor acierto, a las zonas contiguas por el Norte. De otro modo hubiera podido estimarse como atrevimiento inexcusable.

Hecha esta salvedad, y pedida benevolencia para la crítica de nuestro trabajo, exponremos que nos ha sido posible, merced a la nueva y más detallada escala, afinar en la representación de las diminutas manchas y dibujar algunas que prácticamente no cabían antes.

Se han representado nuevas manchas cocretáceas y yacimientos de *Ammonites*, algo más al Norte de los que señalaron Ríos y Almela, y como se trataba de un área reducida, 40 km.², hemos podido dedicar mucho tiempo y examinar con minuciosidad los problemas que se planteaban. Ha sido, en fin, una interesante práctica.

Agradecemos a los señores Ríos, Almela y Meseguer sus orientaciones y consejos. A don José de la Revilla, su ayuda en la clasificación de los fósiles, y al Instituto Geológico en general su ayuda y permiso para el uso de colecciones y biblioteca.

RASGOS DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

La región que nos ocupa está comprendida entre los paralelos 38° 9' y 38° 11' de latitud N. y los meridianos 2° 13' y 2° 20' E., y abarca parte de la zona de enlace de las Ho-

jas números 891, Cieza, y 912, Mula, del Mapa Topográfico Nacional, escala 1 : 50.000, ambas en la provincia de Murcia.

La topografía es bastante accidentada. Cruza la región el río Segura, creando en sus márgenes las magníficas vegas de Blanca, Ojós, etc., verdaderos jardines que contrastan muchísimo con la aridez de las sierras circundantes, desprovistas de vegetación, incluso de monte bajo, y de los campos de margas miocenas, áridos y secos de sus alrededores. Sólo en la vertiente septentrional de la Sierra de Ricote y Umbría del Cuchillo existen frondosas pinadas de innegable belleza.

El accidente orográfico más importante lo constituye la Sierra de Ricote, hermana gemela, por su disposición general y estructura geológica, de la Sierra del Lloro, cuyas estribaciones ya entran en la zona en estudio. Pertenecen estas dos Sierras a la zona más oriental de la Cordillera Bética, cuya prolongación parece llegar hasta las Baleares. Estas dos formaciones comprenden alturas de hasta 833 metros en la de Ricote (las cotas máximas de ésta quedan fuera de nuestro estudio) y de 592 metros en la Umbría del Cuchillo, en tanto que la zona comprendida entre ellas tiene una altitud media de unos 300 á 400 metros. En la parte oriental, dominando a Blanca que asienta sobre su falda, en la margen izquierda del río Segura, se encuentra la Sierra del Solán, cuya cima, La Solana, de 445 metros, queda fuera de la representación efectuada. Hacia el sur del mapa, en la margen derecha del río, se alza el monte Umbría, de 515 metros de cota máxima, en cuya vertiente meridional se encuentra el pueblo de Ricote, que da nombre a la Sierra, alrededor del cual y merced a la existencia de dos manantiales, se ha creado una nota-

ble huerta de limoneros a unos 170 metros sobre la vega del río. (Foto 1.)

El clima es eminentemente mediterráneo. La región padece un régimen de lluvias casi desértico, lo que, unido a la escasez de manantiales, hace que las ramblas y barrancos, que en gran número la cruzan, vayan secos todo el año, excepto en épocas de tormenta, en las que la falta de repoblación forestal y la impermeabilidad de las margas las convierten en verdaderos torrentes que arrastran cuanto encuentran a su paso.

La densidad de población es muy pequeña. Aparte de los pueblos de Blanca y Ricote, sólo se encuentran pequeños caseríos, como el de Vite, y casas de labor.

Las comunicaciones de Madrid con la zona son buenas, ya que pasan cerca la carretera general y el ferrocarril de Madrid a Cartagena; pero el resto de las carreteras que la cruzan, excepto los caminos forestales de la Sierra, se encuentran en muy mal estado de conservación.

ESTRATIGRAFÍA

La serie aflorante comienza con el Triás, del que hemos observado los dos pisos superiores, sobre todo el Keuper, que se encuentra muy repartido por toda la zona, constituido por margas yesíferas abigarradas de vivos colores.

El Liásico está representado por los yesos tableados y las dolomías del Rético, y se continúa por unos niveles de calizas más altos, cuyos límites no están completamente determinados.

El Jurásico nos muestra una serie margosa y margocaliza de colores claros, tableada, que parece comienza en el Dogger, pero cuyo nivel superior aún no se ha deter-

minado exactamente, aunque creemos que llega hasta niveles dentro del Cretáceo. De esta serie, que en algunas partes se presenta casi completa, se han determinado exactamente el Dogger, el Titónico y el Neocomiense, por medio de una fauna de Ammonites y Aptychus. Hemos comprobado la existencia del nivel de radiolaritas (jaspes) que parece corresponder al Titónico; es decir, a la separación del Jurásico y Cretáceo, característico de todos sus afloramientos.

El Eocretáceo está determinado por el Gault, de margas grises y parduzcas, que contienen una rica y variada fauna que corresponde al Aptense, Albense y quizá el Cenomanense. Estos afloramientos aparecen separados de la serie anterior por violentos accidentes tectónicos, por lo que no se ha podido relacionar con ella.

El Eoceno viene representado por dos facies distintas. Una, margosa, con foraminíferos, de aspecto parecido a las margas jurásicas, de las que se diferencian únicamente por la falta de sílex, y otra, caliza, muy pobre en fósiles. Se presenta como el Eocretáceo en manchas aisladas, sin ninguna relación con las series anteriores.

El Mioceno, que constituye la cobertura posterior, está representado por facies margosas, un nivel de calizas arenosas con abundantes restos de conchas y facies detrítica de carácter marginal y transgresivo.

El Plioceno-Cuartario aparece formado por depósitos detrítico-aluvionares, que constituyen la vega del Segura y los fondos de las ramblas y barrancos.

Toda esta serie estratigráfica se presenta, no de una manera continua, sino a retazos, muy desfigurados por violentas laminaciones, en los cuales la semejanza de fa-

cies litológicas entre niveles muy distantes cronológicamente la hacen aún más confusa.

Se distinguen claramente en la región estudiada dos zonas muy diferentes, tanto en su topografía como en su estructura geológica. En la parte oriental, la diversidad de facies es muy grande, y aparte los depósitos aluviales que forman la vega, el resto presenta una estructura en mosaico con gran variedad de pisos. En la occidental, la complejidad es casi tan grande, pero no depende de la diversidad de pisos, sino de la auténtica mezcla en que hallamos Jurásico y Triás; toda ella es jurásica (comprendiendo al Lías), excepto unos recubrimientos cuaternarios y abundantes asomos de Triás en forma extrusiva.

ROCAS ÍGNEAS

El Triás, repartido por toda la hoja, ofrece asomos de rocas endógenas básicas, correspondientes al grupo de las diabasas y ofitas.

El asomo más importante lo constituye la llamada Peña Negra, situada inmediatamente detrás de la iglesia de Blanca. Creemos con Meseguer «que se trata de un apuntamiento diabásico constituido por una roca de color gris, algo verdoso, que muestra a veces cierta textura pizarrosa debida a esfuerzos de compresión».

Esta roca ha sido estudiada por el profesor alemán Wolf sobre muestras tomadas por M. Schmidt. También Mme. Jeremine estudió unas muestras tomadas por Fallot en su visita hacia el año 1932, clasificándola como «diabasa de grano grueso con micropegmatitas de cuarzo, uralitizada y prehnitizada».

El estudio de las muestras tomadas por Meseguer fué

hecho por Romero Ortiz, del Instituto Geológico, y señala que «se trata de una diabasa en la que se reconoce la textura intersticial que aparece constituida por un plagioclasa básico, entre cuyos intersticios se encuentra la augita completamente descompuesta y diseminados en la masa cristales de ilmenita transformada en leucoxeno».

No es fácil determinar la edad exacta de esta intrusión. El profesor Wolf imaginó que la Peña Negra era debida a una colada producida durante la sedimentación del Buntersandstein. M. Schmidt expresó más tarde dudas sobre esta localización de la intrusión, aunque sin puntualizar la edad.

Cerca de la Casa Forestal de Ricote existe también un asomo importante de ofitas, empleadas para las carreteras próximas a Ricote.

Hallamos también ofitas junto a la casa de Máximo (B. 1), asomo que se repite fuera del mapa y próximo al anterior en la casa de Perona, al Norte de la Umbría del Cuchillo, así como en dos afloramientos, junto a la casa de Trabuco, uno de ellos orientado de Este a Oeste, y de unos 300 metros de largo por 50 metros de ancho, que fué explotado como cantera para adoquines, aunque hoy no se utilice por la deficiencia de sus medios de comunicación. Muy pocos metros más abajo de la propia Rambla de Benito encontramos otra vez ofitas, cerca de la casa de Peruchete (E-1), y al Este de la Umbría del Cuchillo aparece, en un manchón triásico, otro afloramiento ígneo sin explotar.

Respecto a la edad de estos afloramientos, dada la constante localización de los mismos en el Triásico, y más concretamente en el Keuper, nos parece verosímil atribuirlos a este período.

TRIÁSICO

Constituye el Trías el *substratum* regional, como lo atestigua la multitud de afloramientos repartidos por toda la Hoja, por debajo de las formaciones posteriores en los contactos normales. Estos afloramientos suelen ser de tan reducidas dimensiones que, a pesar de la escala empleada, la mayoría no pueden representarse. El Keuper, que es el que más aparece, suele ser de carácter intrusivo violento, atravesando incluso el Mioceno. Lo constituyen margas yesíferas abigarradas, de colores muy vivos y variados, acompañadas algunas veces por pitones de ofitas.

Meseguer Pardo, en la Hoja de Cieza, por las observaciones del geólogo alemán M. Schmidt y el Ingeniero de Minas M. de Cincúnegui, en la provincia de Alicante, donde encontraron pequeños ejemplares de *Esteria germani*, Beyr, y *Voltzia Heterophylla*, Brong, que caracterizan el Buntersandstein, se inclina a atribuir estas margas al piso inferior del Trías. Nosotros, basándonos en la semejanza con las margas de la Hoja vecina de Mula, donde son atribuidas al Keuper, y en la abundancia y repetición de los jacintos de Compostela, creemos que deben ser atribuidas a esa formación. Por otra parte, la disposición caótica de estas margas y yesos hace imposible seguir ningún criterio estratigráfico que los catalogue exactamente.

A la salida de Blanca hacia Abarán existe un asomo importante de unas calizas azules casi negras (foto 2), muy duras, con vetas de calcita, que Meseguer atribuye al Muschelkalk. Constituyen unos paredones, cortados por el río, de unos 60 metros de altura con buzamientos que oscilan entre los 80° y 90°. No contienen restos orgánicos (nosotros,

después de revisarlas muy detenidamente, sólo hemos encontrado «algo» que pudiera ser un fósil, pero totalmente inclasificable), y el criterio seguido por Meseguer ha sido el de su posición y analogía con otros perfectamente catalogados. En cuanto a su posición, a la izquierda de ellas, y separadas por unas areniscas miocenas, tenemos unas margas yesíferas con jacintos de Compostela, pero nosotros no hemos sabido establecer una relación estratigráfica entre ellas. Ahora bien: si esas margas corresponden al Keuper, como suponemos nosotros, y no al Buntersandstein, como opina Meseguer, por el mismo criterio estratigráfico estas calizas deberían corresponder al Rético o al Lías.

Por lo que respecta a su aspecto litológico pueden muy bien confundirse con otras calizas existentes en la Sierra de Ricote, en la Rambla de Benito y en el estrecho de la Fábrica, atribuidas al Liásico. Bien es verdad que todas éstas no presentan una estratificación tan fina y tan clara como las calizas a que nos referimos.

El Keuper integra una mancha bastante extensa de rojizas tierras de labor en la parte Noroeste de la Hoja (AB-1). Sobre ellas hemos encontrado jacintos de Compostela, así como el citado asomo ofítico cerca de la casa de Máximo.

Al S. de la Fuente del Burrero encontramos otro asomo aislado sin manifestaciones ofíticas.

Al ascender de la Rambla de Benito por la Cuesta de Upa (C-2) se observan en este barranco y sus afluentes margas yesíferas recubiertas por acarreos. En la propia Rambla las manifestaciones triásicas son bien patentes. Aparecen los colores abigarrados, azules, verdosos y rojizos, con abundancia de yesos. Las aguas de la Rambla acusan la presencia de sales en muchos sitios en que su dese-

cación es intensa. De otra parte, se renuevan las apariciones ofíticas que ya hemos citado.

A la derecha del camino de la Sima, ascendiendo hacia la Umbría del Cuchillo, quedan al descubierto las margas yesíferas del Keuper, en forma bastante extensa, que aflora después repetidamente.

Volvemos a hallar Triás al O. del Cabezo Patrás, extendiéndose por las bases del mismo (EF-1).

En los Cabezos Negros (foto 4), atribuidos en la Hoja de Cieza al Triás, hemos encontrado los clásicos yesos réticos, fajeados en blanco y negro, bajo los lechos calizos; razón por la que, pese a la apariencia de Muschelkalk de éstos, hemos atribuido al Rético tales Cabezos Negros.

Al S. de los mismos Cabezos, así como del Cabezo de la Cuesta Alta (D-2), vuelven a aparecer las margas yesíferas en manchas alargadas con una orientación general E.-O. Estos asomos se hallan verdaderamente revueltos con el Jurásico al que, dada la intensidad de sus colores, posiblemente tiñan en muchos sitios. Teniendo en cuenta, por otra parte, su blandura y mayor solubilidad, es fácil que sus verdaderas manifestaciones sean más reducidas que las señaladas. Este fenómeno es especialmente sensible al S. de los repetidos Cabezos Negros, razón que nos ha movido a limitar la extensión de sus manchas.

Otro asomo triásico aparece en la iniciación de un barranco próximo a las cotas máximas de nuestra zona (D-4). La pinada lo encubre casi totalmente, por lo que sólo es visible por el Camino Forestal que discurre a menor altura; es decir, el que pasa al Oeste de la cota 682.

En los alrededores del pueblo de Ricote, constituyendo su vega, en parte recubierta por el cuartario, aflora también el Triás.

El pueblo de Blanca se asienta también en una gran mancha triásica, que se eleva desde el río hasta niveles bastante altos de la Sierra del Solán.

En el Cabezo Colorado volvemos a encontrar margas enormemente yesíferas y de color rojo.

El resto de las manchas triásicas lo constituyen las sudichas margas yesíferas, en contacto con las cuales suele haber algunos nacimientos de agua salada que dan origen a salinas como las de Los Chascos.

Creemos que la profusión de asomos del Triás corresponde a zonas de probable debilidad de la corteza o de ruptura de la misma; en ello hace pensar la repetición de sus apariciones en forma alargada y como laminadas. En otras ocasiones la erosión lo pone al descubierto en su condición de yacente, como ocurre en las márgenes del río Segura a su paso por Blanca, cuyos afloramientos se deben indudablemente a procesos erosivos.

LIÁSICO

Retiense.—Los niveles más bajos están constituidos por una alternancia de capas de yesos blancos y negros, entre los que se intercalan algunas bancadas pequeñas de calizas magnesianas tableadas. Se diferencian de los yesos del Keuper, a los que se parecen mucho, por su ordenación casi perfecta y débiles plegamientos, en oposición a la disposición anárquica de éstos.

En idéntica posición estratigráfica han sido vistos estos yesos ordenados en zonas tan distantes como las Cordilleras Cantábrica y Pirenaica, y por ello atribuidos a la base del Rético. Hasta ahora no se han encontrado fósiles que lo garanticen paleontológicamente.

Por encima del paquete de yesos, que alcanza espesores de más de 100 metros en algunos sitios, encontramos un nivel de calizas y carniolas de tonos oscuros; algunas muy compactas y de estratificación muy ordenada, análogas, como hemos dicho antes, a las que Meseguer da como del Muschelkalk en Blanca.

Ya hemos citado el importante asomo de yesos réticos en los Cabezos Negros.

Liásico.—Lo constituyen bancos de calizas gris amarillentas, duras y compactas, con grano fino y veteadas de calcita. Forman bancos bastante gruesos y se hallan prácticamente desprovistas de fósiles (foto 5). Los únicos que hemos podido apreciar se encontraban en tan mal estado de conservación que los hacía inclasificables.

Aparecen dos grandes manchones liásicos en la parte Norte de la Hoja—Solana del Cura—y en su mitad inferior—calizas que arman el núcleo de la Sierra de Ricote—. No podemos aportar razones paleontológicas, como ya se ha dicho, pero las razones estratigráficas son lo suficientemente claras, en este caso, como para que podamos asignarles la edad liásica a tales afloramientos.

Mostramos una bancada de las expresadas calizas en la foto. A su vez observamos que el liásico que hallamos en la Solana del Cura (DE-1) (foto 11) muestra un considerable espesor de cerca de 100 metros en el Estrecho de la Fábrica. Próximo a esta garganta, y en las mismas calizas, se ha realizado la galería de captación de aguas que abastece a Abarán y que queda en el borde Norte de nuestra zona.

Añadamos, por último, que los límites del Lías no son claramente visibles en gran parte de su extensión, puesto

que lo impide frecuentemente la abundante vegetación forestal.

Paleontología

Hemos podido clasificar algunos ejemplares de:

Exogira aff. *rivelensis*, Lor.

Lopha sp.

JURÁSICO

El tramo anterior pasa insensiblemente a una serie calizo-margosa de colores mucho más claros, en la que los bancos de calizas son tableados con estratos más delgados y algunas intercalaciones de sílex en forma de cordones o cintas.

La serie parece presentarse completa desde la base del Rético a los niveles más altos del Jurásico; comprende también parte del Cretáceo, aunque no nos ha sido posible separarlo sobre el terreno.

El Jurásico aparece casi siempre en el fondo de las barrancadas, comprimido muy violentamente. Su edad, comprobada paleontológicamente, es Bajociense-Bathonense, así como Titónico. También está comprobado paleontológicamente el Neocomiense.

Es interesante hacer notar que hemos encontrado repetidamente el interesante nivel de radiolaritas («jaspes»), con mayor espesor en la zona occidental que en la oriental. El mayor de estos asomos lo hemos hallado en la Cuesta Alta, al E. de la Casa Forestal; también los hemos visto en la Casas de Vite. Junto a éstas hemos encontrado unas magníficas impresiones foliares que distinguen uno de los tramos calizos.

La serie continúa, y unas veces son lechos de calizas delgadas de tonos claros y rosados y otras calizas margosas muy limpias, azuladas, de grano muy fino, en las que también encontramos sílex. Estos niveles vienen, pues, a colocarse a muy reducida distancia estratigráfica del de jaspes, y han sido clasificados como neocomienses por los yacimientos encontrados de *Ammonites* piritosos con *Aptychus*. Los niveles de jaspes se sitúan alrededor del Titónico, marcando la separación entre las dos series jurásicas, la superior de las cuales debe llegar, como ya dijimos, a niveles dentro del Cretáceo. El Titónico ha sido muy bien catalogado paleontológicamente, citándose *Pygope diphya*, *Colonna*, sp., *Lytoceras quadrisulcatus* d'Orb., y abundantísimos *Aptychus*, algunos de apreciable tamaño. En la foto 6 apreciamos los violentos plegamientos en los que hemos encontrado el rico yacimiento de *Aptychus* del Llano de Vite.

El citado nivel de radiolarites debe constituir un tramo continuo, pues se encuentra repetidamente en el perímetro N.-O. de la Sierra de Ricote, así como en las formaciones de la zona N. de la Fuente del Burrero, en cuya estructura periclinal completan casi enteramente un arco, excepto en la parte occidental en que se hunde bajo otros niveles margosos.

En muchos puntos la continuidad de la serie es, sin embargo, dudosa, a pesar de su aparente concordancia y disposición, pues a veces se presenta de repente el Trías como si fuera jalonando una línea continua de fractura. Es evidente, como afirman Almela y Ríos, que casi todas las manifestaciones del Jurásico se presentan muy maltratadas por los empujes y fracturas y entremezcladas con las margas yesíferas del Keuper.

Someramente procederemos a la descripción de algunas de las particularidades vistas:

El Cabezo del Collado Gil (A-2) ofrece en la cumbre un crestón de calizas veteadas, acaso réticas, y al Noroeste, en terreno llano, se encuentran margas con cefalópodos de pronunciado buzamiento Norte.

En la ladera meridional de la Umbría del Cuchillo (C-1) las margas buzán, en cambio, al Sur, también con gran inclinación, y a medida que se asciende a la cumbre se hacen más calizas, hasta aparecer en la cúspide únicamente éstas.

En la Casa de los Pepones, como a unos 200 metros al Oeste de la de Peruchete (E-1), se observan calizas tableadas de color gris, muy fisuradas y veteadas de calcita, las cuales siguen la orientación Este 10° Norte, con buzamiento de unos 80° al Norte.

En la Casa del Cura vemos delgados lechos margo-arcillosos que conservan el buzamiento Norte.

Sostiene Meseguer que en toda esta vertiente meridional de la Sierra del Lloro los terrenos aparecen en situación anormal de difícil interpretación, ya que la serie invertida no parece enlazar con la normal del macizo, aseveración que no hemos confirmado en su totalidad, puesto que nuestro limitado estudio nos aleja de la región central de la Sierra del Lloro.

En la ladera de un cabezo próximo a las Casas de Zoilo existen margas arcillosas que determinan delgados lechos muy fragmentados con buzamiento N.-O., en los que abundan *Ammonites*, materialmente imposibles de extraer.

El Cabezo de la Cuesta Alta (D-2) está constituido por calizas casi verticales de dirección Este 25° Norte, con buzamiento Norte, sobre las que descansan margas con restos de cefalópodos.

También es manifiesto el Jurásico en el barranco de la Sima (foto 7) al E. de la Umbría del Cuchillo, en la que se aprecian los violentos plegamientos y fracturas a que ha sido sometido el Jurásico. Parecidas, pero menos acusadas manifestaciones, se observan en el barranco del Infierno (B-1).

En la desembocadura del barranco del Pantano, donde corta al límite del término municipal de Ricote con Blanca, encontramos grandes masas de calizas blancas, casi marmorizadas, con impresiones y restos de *Ammonites* piritizados que, por semejanza con otras calizas análogas existentes en el Llano de Vite, hemos atribuido al Jurásico.

La serie jurásica termina generalmente con algún accidente tectónico que la separa completamente de las restantes formaciones.

Paleontología

De los ejemplares recogidos se ha podido clasificar un grupo bastante repetido de ellos que permite subrayar la existencia de varios tramos, aunque su separación sobre el terreno no haya sido posible. Ello conduce, naturalmente, a que no se hayan diferenciado tales niveles en el mapa.

Hemos podido comprobar la existencia de los siguientes niveles:

Bajociense, representado por:

Ancyloceras sp.

Aptychus aff. *punctatus*. Voltz.

Belemnites sp.

Cadomites Humphriesianus, Sow. sp.

Hildoceras bijrons. Bruguiere.

Perisphinctes Lucretius d'Orb.?

Phylloceras cf. *Kudernatschi* Hauer?

Sphaeroceras Brogniarti Sow. sp.

TITÓNICO, por:

Aptychus Beyrichi, Opp. Zittel.

Aptychus punctatus, Voltz.

Lytoceras sparcilamellosus, Gumb.

Lytoceras quadrisulcatus, d'Orb.

Perisphinctes eudichotomus, Zittel.

Pygope diphyia, Colonna sp.

NEOCOMIENSE, por:

Aptychus angulicostatus, Pict et Loriol.

Aptychus seranonis, Coq.

Astieria astieriana, d'Orb.

Baculites sp.

Desmoceras difficilis, d'Orb.

Neocomites neocomiensis, d'Orb.

Phylloceras aff. *Rouyanus*, d'Orb.

Phylloceras picturatum, d'Orb.

No ha sido posible clasificar exactamente las impresiones foliares que se citaron en el texto, y que parecen corresponder a determinado género de *Pecopteris*.

Los fósiles reseñados fueron encontrados en los yacimientos expresados sobre el Mapa, a lo largo de la carretera de Cieza a Mazarrón, Llano de Vite, Rambla de Benito, Umbría del Cuchillo y Sierra de Ricote. Del yacimiento bajociense, correspondiente al puentecillo de la carretera forestal de Ricote, insertamos una foto (núm. 8).

E OCRETÁCEO

Neocomiense.—Lo hemos incluido en la serie jurásica, por haberlo visto siempre formando parte de dicha serie.

Gault.—En la mitad oriental de la Hoja, encontramos varias manchas cretáceas, que, en realidad, se reducen a dos.

Estas manchas no guardan ninguna relación estratigráfica con las formaciones contiguas, por lo que hubiera sido muy difícil su identificación, dada, además, su igualdad de facies con otras formaciones, de no haber tenido la fortuna de encontrar abundantísimas y variadas faunas de *Ammonites* piritizados, sobre todo *Belemnites* y algunos *Gastropodos*, que han sido bien clasificados en la Hoja de Mula y han resultado pertenecer al Gault.

La mancha situada al N.-O. de Ricote, cerca de las Casas de Sopa (foto 9), está constituida por una formación de margas grises, desagregadas por meteorización, sin estratificación visible. Este yacimiento se encuentra en las laderas de un barranco y los fósiles aparecen sueltos y fáciles de ver dada la diferencia de color con las margas que los sustentan.

Cerca de las Salinas de los Chascos (foto 10), correspondientes a la Hoja de Cieza, hemos encontrado otro yacimiento tan rico como el anterior, y pese a no estar estudiado como aquél—ya que en dicha Hoja venía dada tal zona como Mioceno—se han clasificado fósiles que concuerdan exactamente con los encontrados en el anterior yacimiento; por ello hemos variado dicha zona atribuyéndola al Gault.

También cerca de Blanca, en la margen opuesta del río Segura, en el sitio denominado el Runes, hemos encontra-

do otro yacimiento análogo a los anteriores, con idéntica fauna, pero con mucha menor abundancia de fósiles, mezclado con el cual hemos visto algún asomo de calizas que nos han parecido jurásicas, aunque no hemos visto sílex.

Paleontología

La cantidad de ejemplares recogidos ha sido grande y variada, pero no damos más que una relación de los pocos que hemos podido clasificar y que se encuentran mejor conservados.

Del yacimiento de la Casa de Sopa hemos tenido ocasión de ver el estudio tan completo que han hecho Almela y Ríos en la Hoja correspondiente a Mula.

En cuanto al yacimiento de las Salinas de los Chascos, creemos que sería muy interesante hacer un estudio parecido al anterior, por su extensión, abundancia y variadas formas.

Se han determinado:

Lyloceras cf. *Sacya*, Forbes. ALBENSE.

Lyloceras Dozei, Fallot. ALBENSE.

Lyloceras (*Gaudryceras*) sp. ALBENSE.

Lyloceras (*Tetragonites*) *Jurinianum*, Pic. ALBENSE.

Jaubettella jaubertiana, d'Orb. ALBENSE.

Desmoceras dupinianum, d'Orb. var. *Africana*. ALBENSE.

Desmoceras nov. sp. ALBENSE.

Puzosia Nolani, var. *Kilianiformis*. Fall. ALBENSE.

Puzosia Getulina, Coq. sp. APTENSE-ALBENSE.

Uhligella Rebouli, Jacob. ALBENSE.

Phylloceras lytoceroide, Fallot. ALBENSE.

Phylloceras Guetardi, Raspail. APTENSE-ALBENSE.

Phylloceras cypris, Fallot et Termier. APTENSE - ALBENSE.

Phylloceras Velledae, Mich. ALBENSE.

Acantoceras rothomagensis, Deffr. CENOMANENSE.

Acantoceras meridionale, Stol. CENOMANENSE.

Turrilites Vibrayeanus, d'Orb. GAULT SUPERIOR.

E O C E N O

Se nos presenta el Eoceno con dos facies distintas, y que no aparecen ligadas, al menos en la parte que hemos visitado.

Sobre el pueblo de Blanca encontramos las calizas eocenas que construyen la Sierra del Solán. Son calizas grises, duras, y que presentan secciones de *Nummulites*, de los que hemos encontrado algunos sueltos en los niveles margosos.

Estas calizas, muy verticales, presentan múltiples grietas y fragmentos sueltos de gran tamaño, con peligro de caer, como el que últimamente se precipitó sobre el pueblo de Blanca, ocasionando víctimas y daños materiales.

Parecen descansar muchas veces estas calizas sobre el Keuper, que por toda la vertiente meridional de la Sierra del Solán llega hasta bastante altura. No nos ha sido posible estudiar series continuas.

Cerca de Ricote, próximo a la Casa de los Rosendos, encontramos otra mancha eocena, de margas grises, con algunas calizas tableadas blancas, de aspecto parecido a las jurásicas, pero de las que se distinguen por la falta de sílex y la aparición en ellas de *Nummulites* y *Assilina exponens*, correspondientes al Luteciense inferior y superior.

M I O C E N O

Es muy confusa esta serie miocena por la existencia de discordancias intramiocenas a niveles variables, que parecen indicar movimientos tectónicos durante la misma.

Se pueden distinguir los siguientes tramos:

M₁, correspondiente a un nivel de calizas arenosas que contienen abundantes restos de fósiles, entre ellos *Ostrea crassissima*, *Pecten*, restos de equínidos y multitud de fragmentos de conchas indeterminables. Abundan los *Lithotamnium* y parecen corresponder al Vindobonense.

Tenemos estas calizas en el Monte Umbría al N. de Ricote, así como donde se asientan las ruinas de un castillo, junto a la Peña Negra de Blanca.

También las hemos visto en la parte septentrional, junto al Estrecho de la Fábrica, en la desembocadura de la Rambla de Benito, donde una acusada discordancia las pone en contacto con unas calizas liásicas.

Sobre las calizas y en tránsito lateral, con algunas discordancias, encontramos una facies flysch, constituida por hiladas tableadas de calizas margo-arenosas. Constituye el nivel M₂, sobre el cual, y también con discordancias apreciables, encontramos unas margas azules y blancas, muy pobres de fósiles, que constituyen el nivel M₃. La estratificación de estas margas es poco visible en general, y con frecuencia se presentan arriñonadas. Pertenecen posiblemente al Burdigalense.

A menudo, coronando el nivel de margas, aparecen conglomerados duros, constituidos por elementos grandes y angulosos, de carácter detrítico—en algunos casos son inclu-

so materiales triásicos—y que sirven de recubrimiento protector de la erosión de las margas (foto 12).

Existe una variante de estas últimas, en afloramientos pequeños, que aparecen entre formaciones cuartarias, y que se nos presentan muy meteorizadas, con tonalidades más claras y cuya ligazón con los restantes afloramientos no parece fácilmente establecible por hallarse enteramente aislados de ellos. Un ejemplo de éstos encontramos en el Lichor hacia el centro de la zona (foto 15).

PLIOCENO-CUARTARIO

Corresponden a esta edad las zonas que ocupan los derribos de las sierras circundantes al valle del Segura, así como los aluviones y conglomerados poco consolidados debidos a los aportes de ramblas, barrancos y demás aparato acuífero.

Existen abundantes terrazas fluviales, a diversas alturas, que por su composición e inclinación, de hasta unos 10°, y las intercalaciones de margas arcillosas blancas, podemos atribuir al Plioceno, aunque no hemos hallado prueba paleontológica alguna que lo confirme. La carretera de Cieza a Ojós, discurre, a nuestro parecer, por alguna de estas terrazas.

Sobre el terreno, hemos visto extensas zonas de laderas cubiertas íntegramente por pedregal que ocultaba a nuestra observación el yacente y a las que, por tanto, hemos tenido que atribuirles también esta edad cuaternaria.

El Cuartario comprende los depósitos modernos que, tanto el río como los barrancos y ramblas, han dejado en sus márgenes. Especialmente el curso del Segura ha creado en sus orillas zonas muy fértiles, merced al espléndido

aprovechamiento de sus aguas en huertas destinadas a los cultivos de agríos y frutales, y que constituyen la vega. La composición de estos depósitos es muy compleja, ya que están formados por los arrastres que el río toma de los variados terrenos por donde transcurre, dominando los elementos calizos, margosos y arcillosos.

Ricote también dispone de una hermosa huerta de limoneros, gracias, como dijimos, a dos fuentes que suministran el agua indispensable para el riego. Al parecer no se trata de una terraza en este caso, sino de una toba originada por dichos manantiales.

Hemos encontrado depósitos cuartarios de considerable extensión en el Llano de Vite, parte S.-O. de la Umbría del Cuchillo, zona E. de la Ermita de San Sebastián (A-4), así como el valle central de la Sierra por el que descende el camino forestal (C-4).

La horizontalidad e índole de los sedimentos sitúa como cuaternarios depósitos a veces de considerable espesor, como los que muestra la foto 13 de la Rambla de Benito.

Hemos observado alguna vez la apariencia paradójica de hallarse el Trías sedimentado sobre el Mioceno, y, si lo que como forma extrusiva nos hubiese parecido normal en esta región, como forma sedimentaria no le hallamos otra explicación que la de tratarse de depósitos cuaternarios en formación secundaria a partir de elementos triásicos. Alguna vez el fenómeno se complica por las infiltraciones de aguas selenitosas que consolidan la estructura, dando lugar a verdaderos conglomerados.

TECTÓNICA

Hubiéramos querido aportar nuestro grano de arena en la interpretación tectónica de esta región, pero no tenemos más remedio que confesar nuestra incapacidad para ello, dada nuestra inexperiencia y la complejidad del conjunto. Puede servir de atenuante el que sea necesario, como opinan los geólogos que nos precedieron, un estudio regional y no tan local y limitado como el que hemos hecho.

No obstante, queremos dejar constancia de las principales teorías que se han expuesto para aclarar el problema tectónico de la región.

Dichas opiniones se encuentran divididas en dos grupos: la *autóctona*, es decir, la que considera a los distintos elementos como plegados *in situ*, y la *alóctona*, que interpreta las anomalías como resultado de desplazamientos horizontales o corrimientos, en oleadas, que se han ido superponiéndose unas a otras, hasta rebasar las zonas axiales de los núcleos fundamentales.

Ultimamente se cree en una tectónica de tipo *paraúctono* o con desplazamientos no superiores a unos pocos kilómetros. Según Fallot, que estudió esta zona, lo más probable es que las Sierras de Ricote y del Lloro sean debidas a arrastres no muy distantes.

Abonan la teoría autóctona la tectónica misma de las Sierras de Ricote y del Lloro, con sus pliegues en cierre periclinal con cúpulas perfectas, como la terminación del espolón más septentrional de la Sierra de Ricote, cerca de la Casa Forestal de la Cuesta Alta, y otra, también perfecta, pero de menores dimensiones que la anterior, que hemos observado al N. de la Fuente del Burrero, cerca del

Collado Gil. El hecho de que el Trías aparezca repetidamente no sería un obstáculo insalvable, puesto que de sobra se halla probado su carácter extrusivo. A lo sumo evidenciaría la presencia de una o varias zonas de ruptura, no incompatibles con la formación *in situ* a que aludimos.

Por el contrario, la falta de conexiones existentes entre las series jurásicas de la Sierra y las manchas cretáceas y eocenas del centro de la región y su revuelta configuración hacen pensar, efectivamente, en la probabilidad del empuje y arrastre.

Por lo que nosotros hemos podido apreciar creemos que la teoría *alóctona* explica mejor la estructura en mosaico del centro de la zona, que parece ser el sustrato sobre el que ha deslizado la estructura de la Sierra.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

La región es muy pobre en aguas subterráneas, a pesar de que la naturaleza y disposición de los terrenos son propicios a la formación de niveles acuíferos, pero por un lado la escasez de lluvias y por otro la casi impermeabilidad de las margas que cubren gran parte de la zona, hacen que si no fuera por el río Segura, que la cruza, y cuyas aguas son magníficamente aprovechadas, la región sería casi esteparia en su totalidad.

Dada la escasez de aguas, se ha intentado muchas veces alumbrarlas mediante pozos, que, por lo general, resultan salinos, por su contacto con las margas del Trías, y que, por lo tanto, no son aprovechables para el consumo ni para el riego.

Existen algunos manantiales en las faldas de la Sierra de Ricote, en el contacto con las margas, pero de muy poco

caudal. Según los naturales del país, existía mayor cantidad de manantiales, que han sido absorbidos por la intensa repoblación forestal. Junto al pueblo de Ricote sí existen dos importantes fuentes: la Vieja, que es la que surte las necesidades de la población, y otra, dedicada a riegos. Actualmente, y por medio de una galería de captación, de cerca de 100 metros de longitud, se pretende cortar algunos veneros que discurren a lo largo de las fracturas de unas calizas liásicas.

En el borde Norte de nuestro trabajo, junto al Estrecho de la Fábrica, se encuentra la embocadura de la galería que el Instituto Geológico y Minero ha abierto para el alumbramiento de unas aguas destinadas al abastecimiento del pueblo de Abarán.

En cuanto a Blanca, el abastecimiento de agua potable está asegurado por la construcción de un pozo a poca distancia del río Segura, del que se extraen alrededor de ocho litros por segundo.

MINERÍA Y CANTERAS

No existe ninguna explotación minera en la zona, si bien existen algunas canteras útiles; las dificultades de comunicación las hacen por el momento inaprovechables.

Ya hemos citado en otro lugar los asomos ofíticos existentes, algunos de los cuales, como el de la Casa Forestal de Ricote, está en explotación.

También hemos de subrayar la presencia de abundantes yesos, pero que por hallarse casi siempre asociados a margas son muy poco apropiados para su beneficio. Los yesos liásicos sí dan lugar a dos yeseras actualmente en explotación: una en Ricote y otra en el Lichor.

Junto a la carretera forestal que cruza la Sierra de Ricote existe un cabezo, al que los naturales de la región denominan «del Plomo», y afirman que en otro tiempo fué explotado por una Compañía minera de Cartagena. Lo hemos visitado y aparte de algunas galerías abiertas en la ladera del cabezo, que a simple vista parecen calicatas, existe un pozo revestido de obra, de unos 35 metros de profundidad, en las paredes del cual se ven algunos agujeros pequeños. Hemos recogido algunas muestras que, efectivamente, contienen galena, pero en muy poca cantidad, amén de algunos ocre. No hemos visto escombreras por ningún lado, lo que confirma nuestra opinión de que se trató de investigaciones más que de labores de explotación.

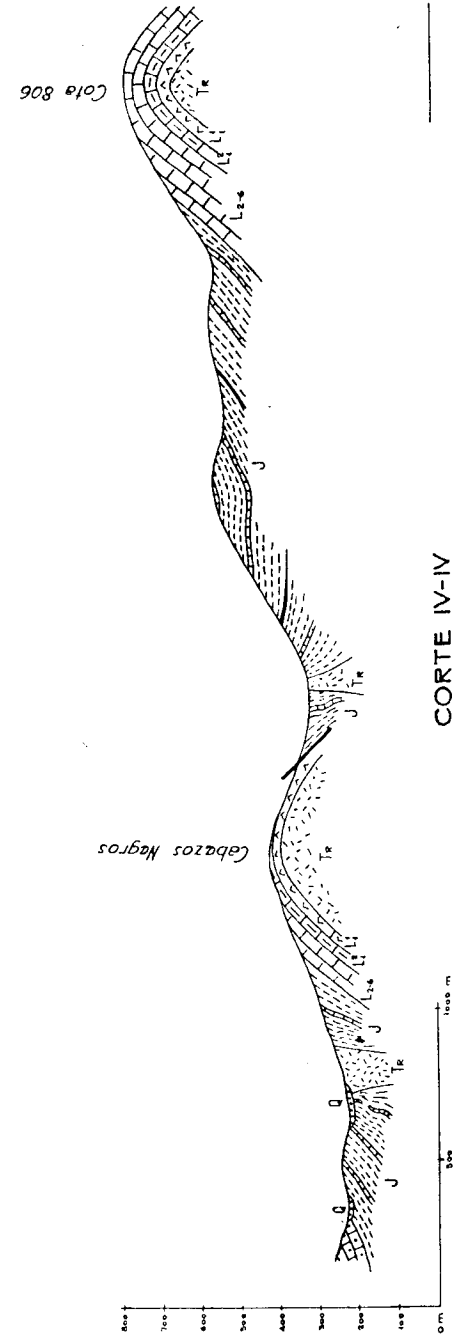
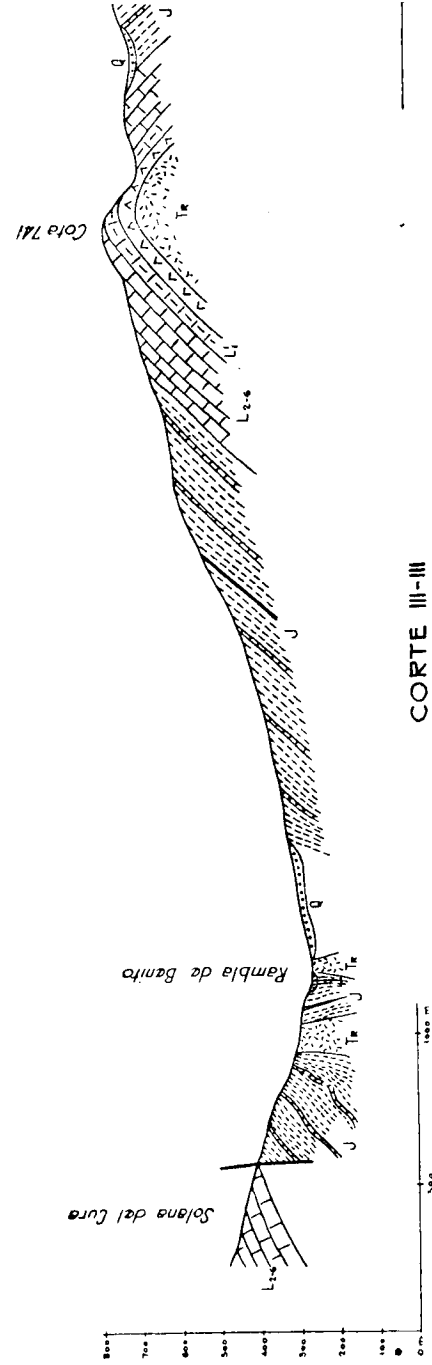
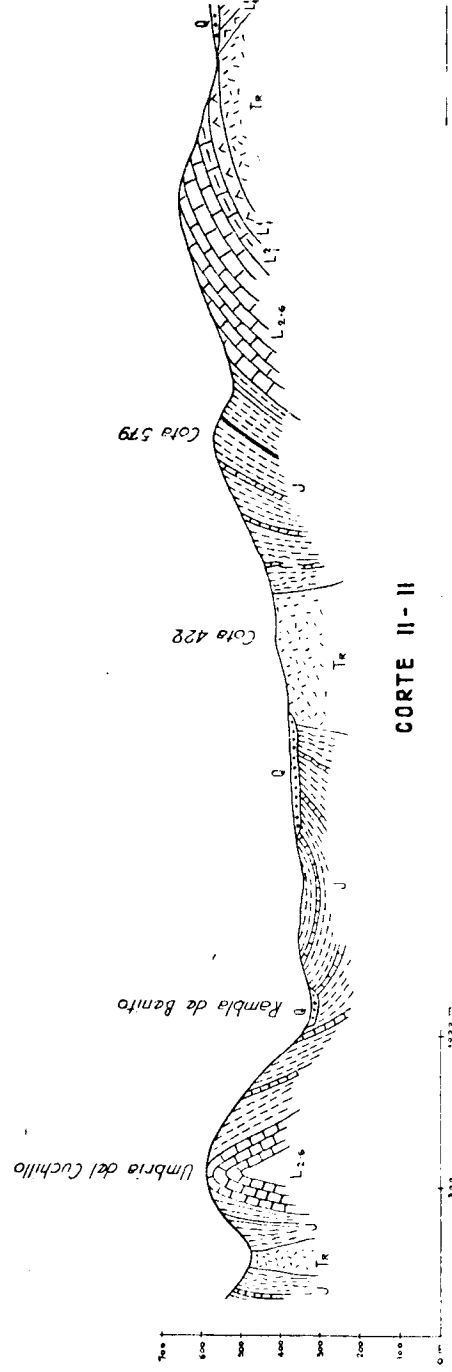
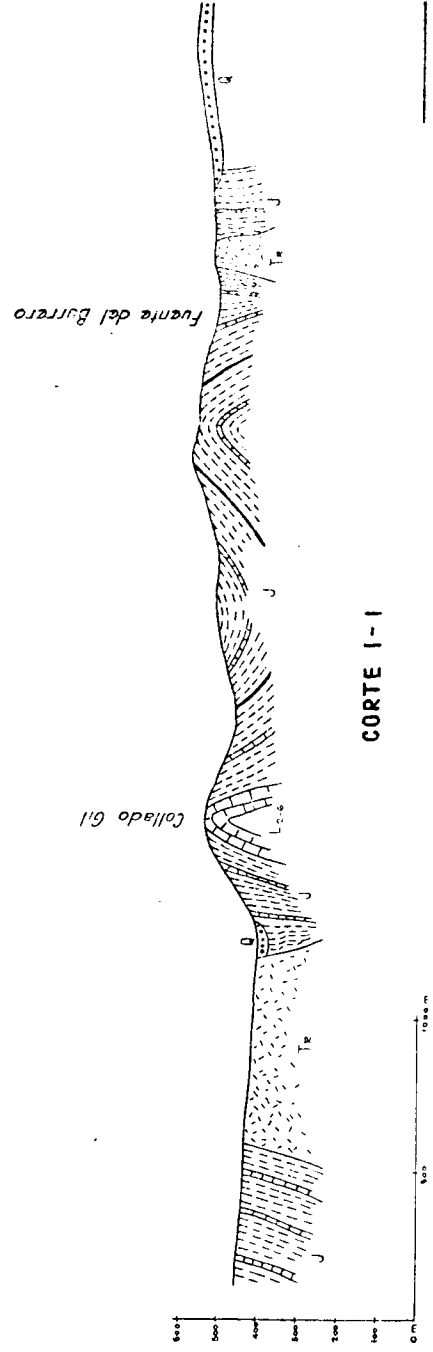
BIBLIOGRAFIA

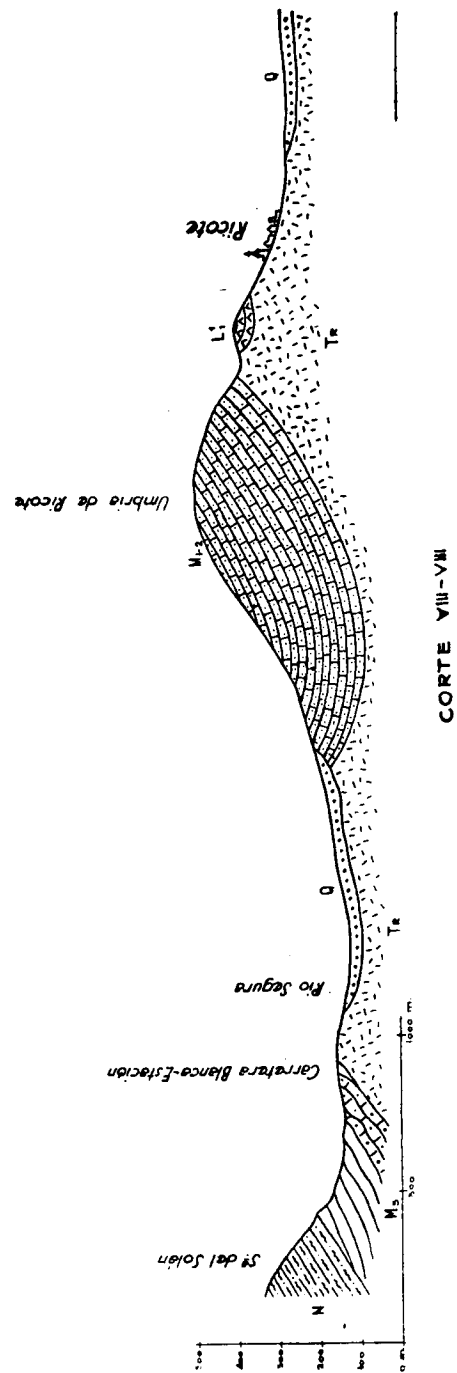
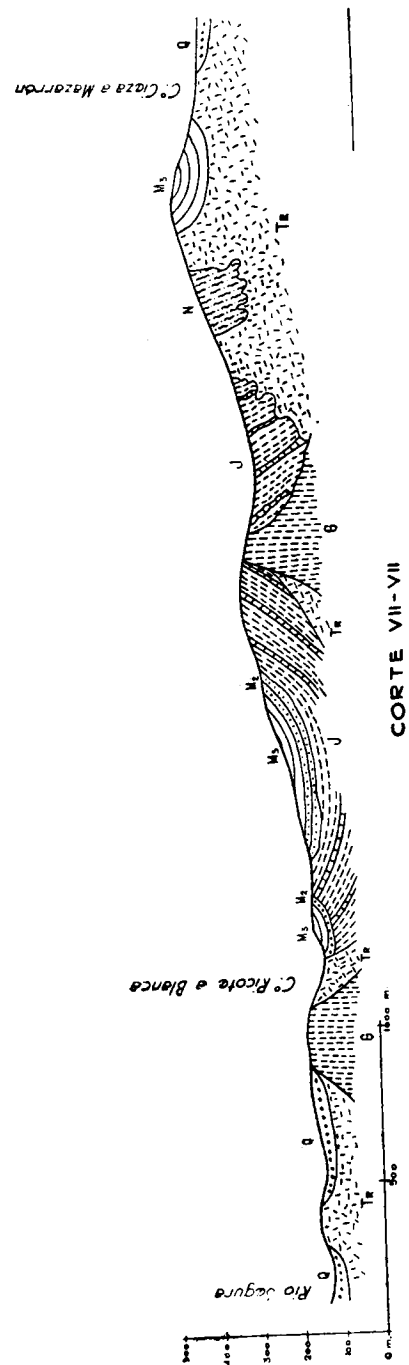
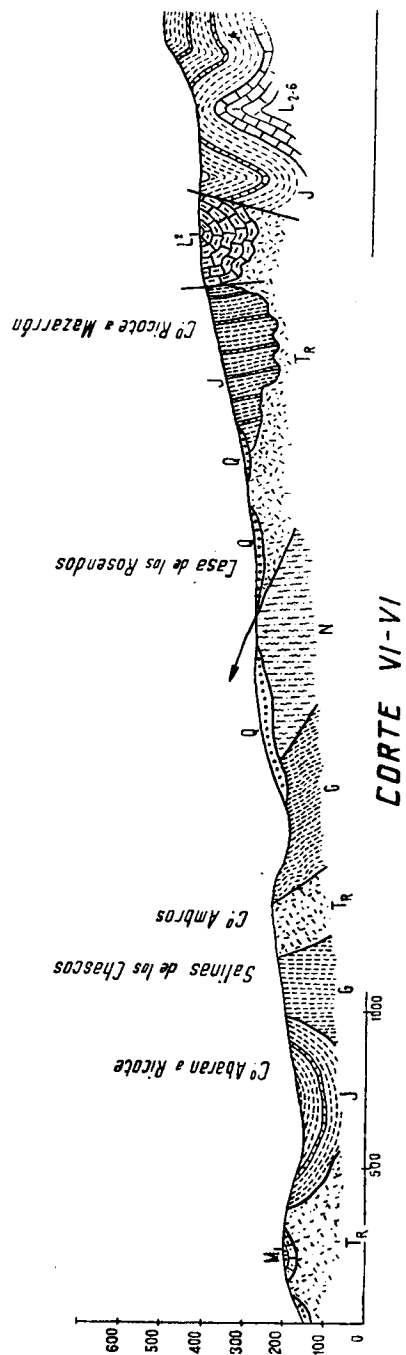
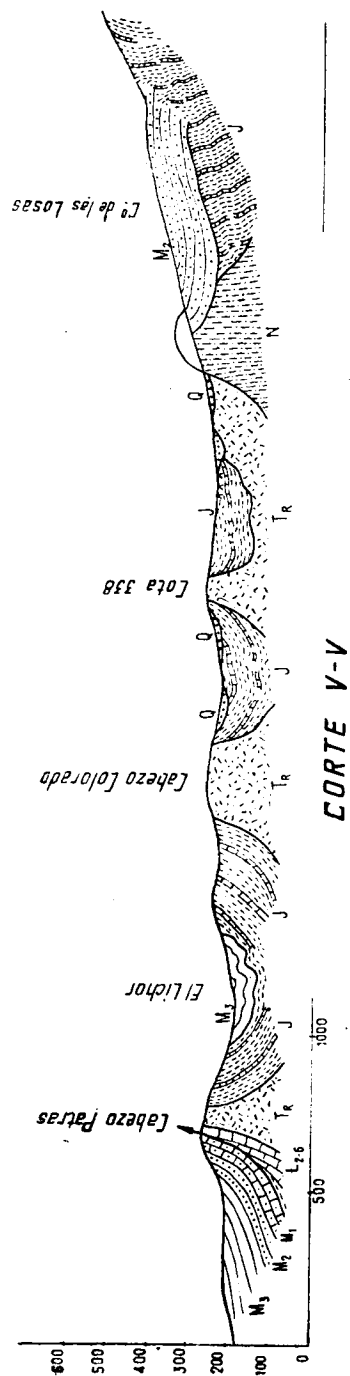
- (1) RÍOS, J. M., y ALMELA, A.: Estudio geológico de la Sierra de Ricote, en la región de Mula, provincia de Murcia.
- (2) RÍOS, J. M., y ALMELA, A.: Analogies entre les series stratigraphiques de la Sierra de Ricote (Espagne) et de l'Apennin septentrional.—Bulletin de la Société Géologique de France, 6.^a serie, tome III, 1953.
- (3) MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA: Explicación de la Hoja número 912, Mula.—Inst. Geol. y Min. de España, Madrid.
- (4) MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA: Explicación de la Hoja número 891, Cieza.—Inst. Geol. y Min. de España, Madrid.

CORTES GEOLÓGICOS

EXPLICACIÓN

CUARTARIO		Q	Aluviones y terrazas
MIOCENO		M ₃	Margas azules
		M ₂	Flysch
		M ₁	Calizas arenosas
EOCENO		N	Calizas y margas
EOCRETÁCEO		G	Margas azules
JURÁSICO (Y Neocomiense)		J	Calizas margosas y margas en series tableadas con nivel de radiolarites
LIÁSICO		L ₂₋₆	Calizas en bancos más gruesos
		L ₁ ²	Calizas dolomíticas y carniolas
		L ₁ ¹	Yesos réticos
TRIÁSICO		T _k	Keuper de margas y yesos abigarrados





LAMINA I

- 1.—*Pygope diphya*, Colonna sp. $\times 1\frac{1}{2}$.
- 2.—*Cadomites Humphriesianus*, Sow. sp. Bajociense
- 3.—*Perisphinctes eudichotomus*, Zittel. Titónico.
- 4.—*Aptychus Beyrichi*, Opp. Titónico.
- 5.—*Aptychus punctatus*, Voltz. Titónico.
- 6.—*Aptychus sparsilamellosus*, Gumb. Titónico

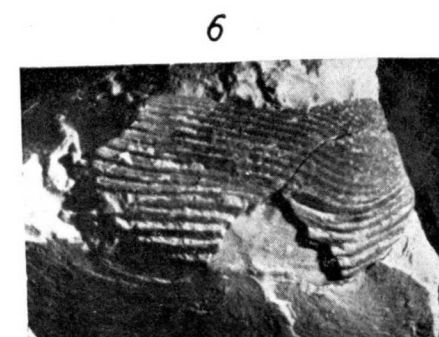
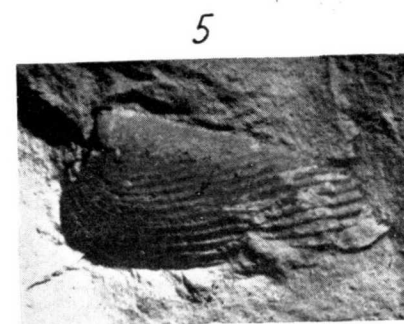
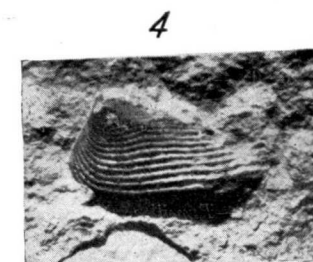
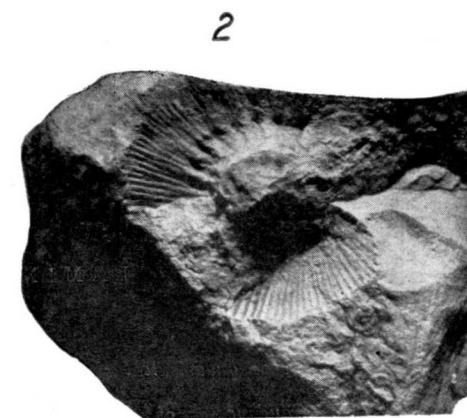


LÁMINA II

- 1.—*Lytoceras quadrisulcatus*, d'Ors. Titónico.
- 2, 2a.—*Gaudryceras* cf. *Sacya*, Forbes. × 2. Albense.
- 3, 3a.—*Puzosia Nolani*, var. *Kilianiformis*, Fall. Albense.
- 4.—Otro ejemplar de la misma especie.
- 5.—*Jaubertella Jaubertiana*, d'Ors. Albense.
- 6, 6a.—*Uhligella Rebouli*, Jacob. Albense.
- 7, 7a.—*Phylloceras Guettardi*, Raspail. Aptense-Albense.
- 8, 8a.—*Phylloceras Velledae*, Mich. Albense.
- 9, 9a.—*Turritiles Vibrayeanus*, d'Ors. Gault sup.

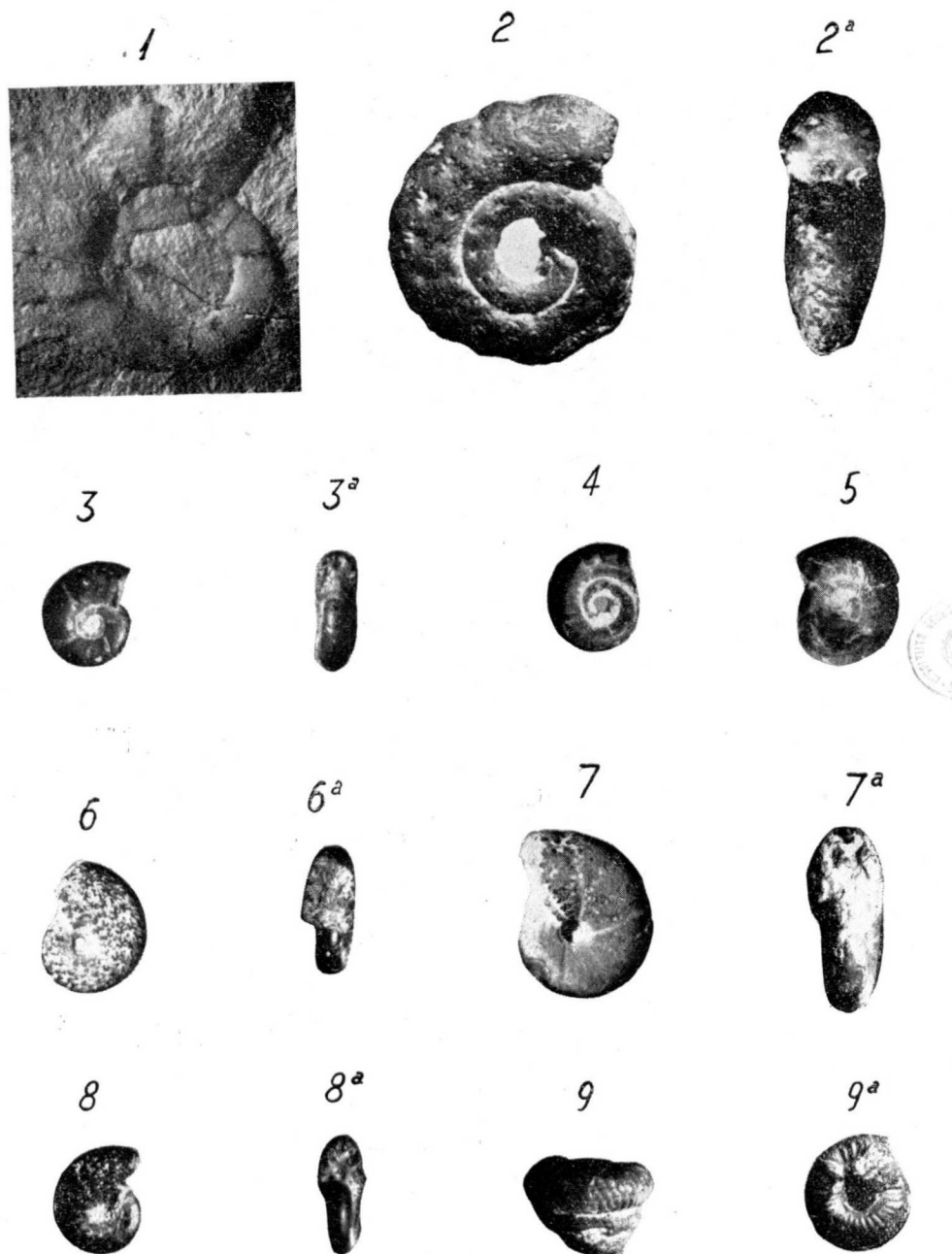




Foto 1.—Vista de Ricote y su vega, rodeado de margas del Trias.

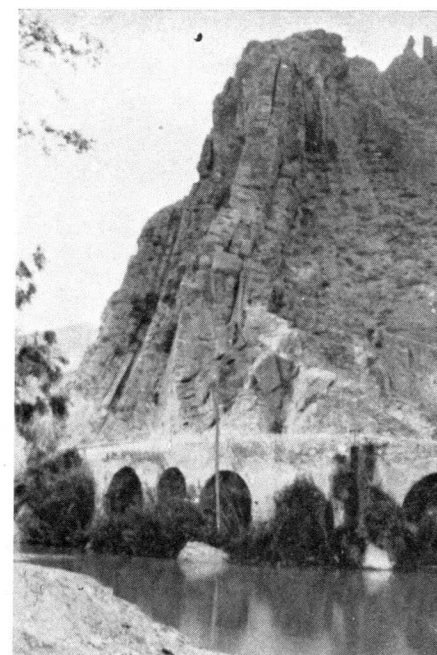


Foto 2.—Calizas atribuidas al Muchelkalk, a la salida de Blanca.



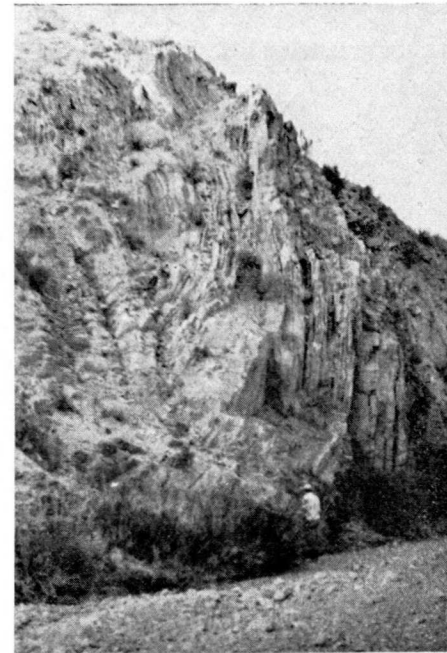


Foto 3.—Calizas de aspecto de Muschelkalk
junto a las margas yesíferas, cerca de la
Casa del Trabuco.

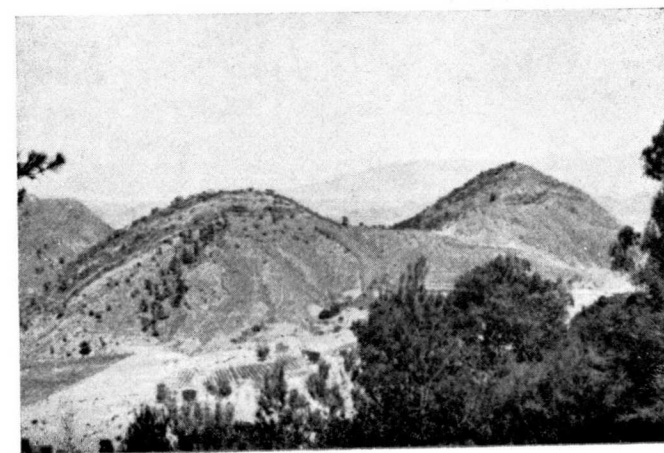


Foto 4.—Cabezos Negros.

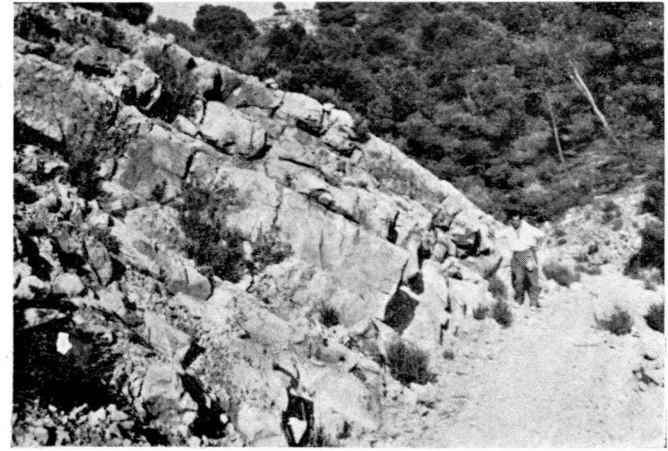


Foto 5.—Bancada de calizas liásicas. Camino forestal de la Cuesta Alta



Foto 6.—Calizas replegadas en un barranco del Plano de Vite, en las que se encontraron *Aptychus*.



Foto 7.—Camino de la Sima. Nótese la dislocación de los niveles jurásicos en la foto.



Foto 8.—Calizas bajocienses junto al puentecillo de la carretera forestal de Ricote. Yacimiento fosilífero.



Foto 9.—En primer término margas cretáceas junto a la casa de Sopa. Yacimiento fosilífero.



Foto 10.—Salinas de los Chascos. Al fondo el Keuper, a los lados margas cretáceas.

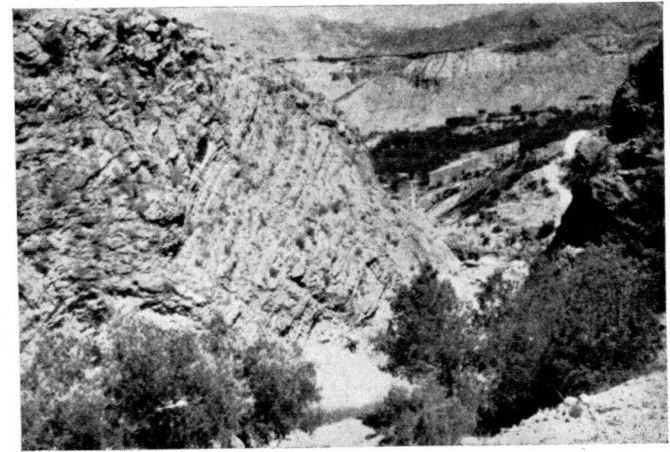


Foto 11.—Estrecho de la Fábrica. Bancadas liásicas.



Foto 12.—Margas miocenas coronadas por conglomerados del mismo período.

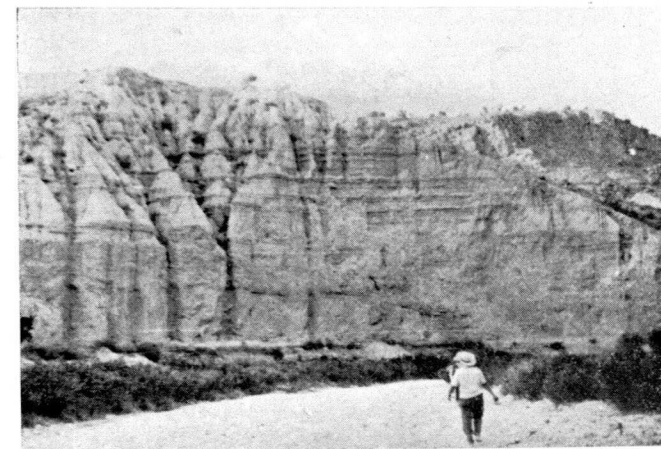
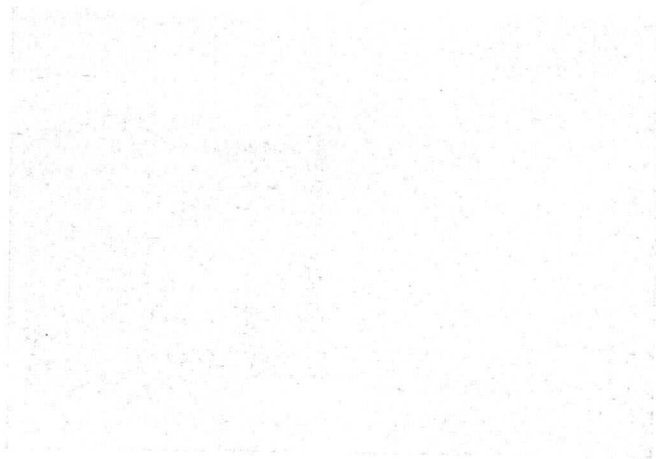


Foto 13.—Manifiesta estratificación horizontal en la Rambla de Benito, junto a Casa del Trabuco. Cuaternario.

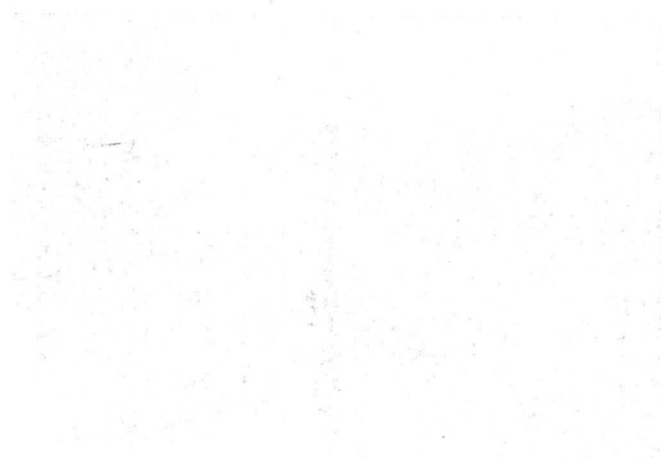


Foto 14.—Margas yesíferas del Trias en contacto con el Mioceno. Al fondo la Umbría de Ricote.

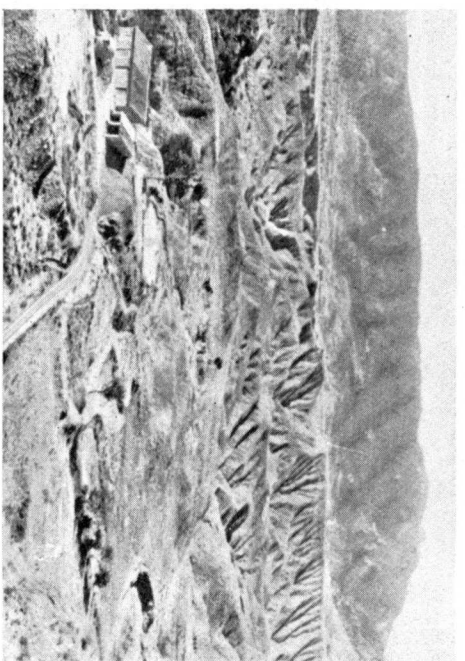


Foto 15.—Vista del Lichor. En último plano la Sierra de Ricote.

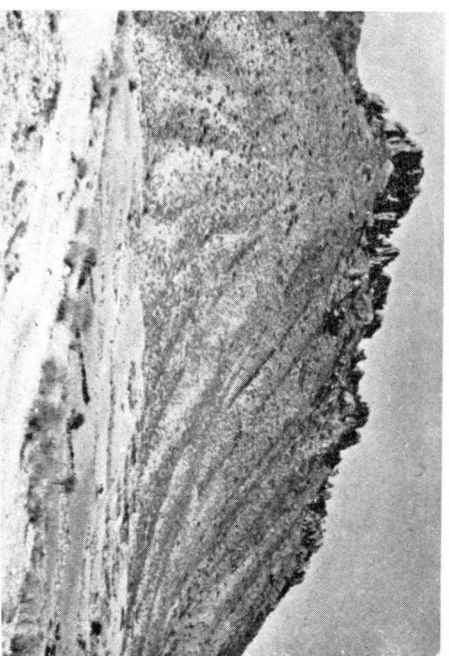
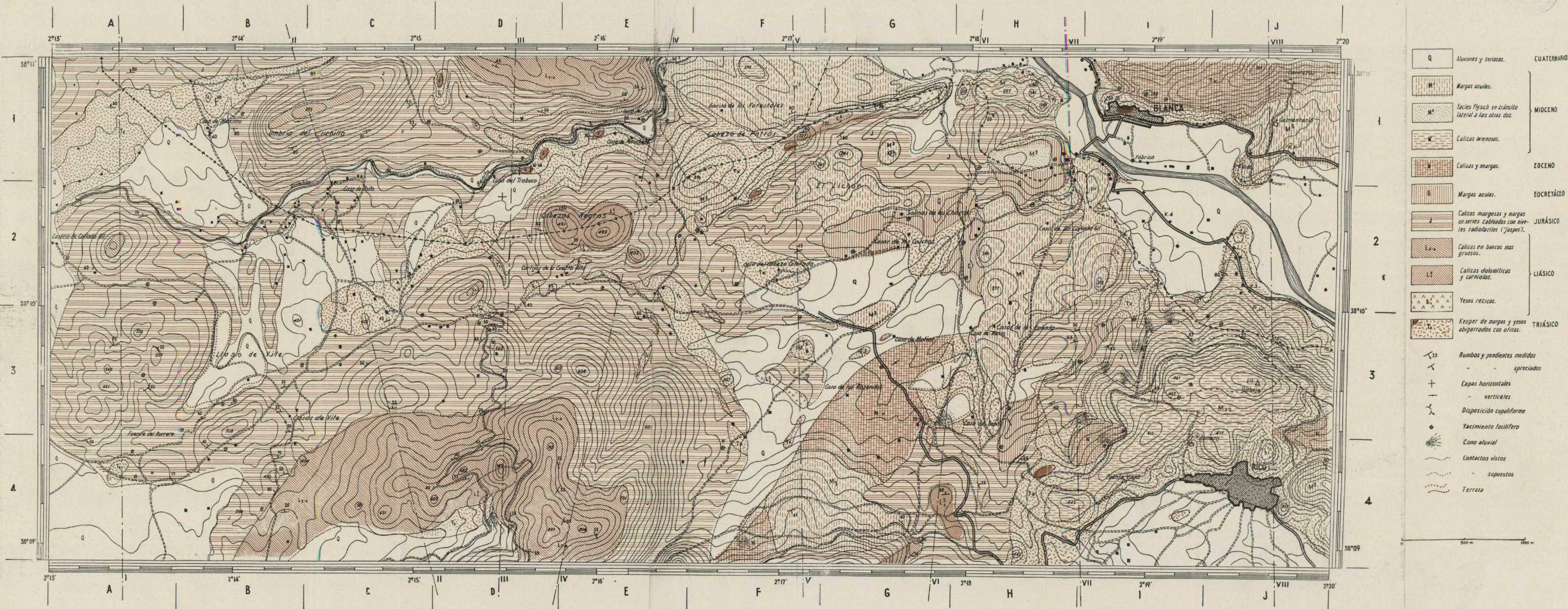


Foto 16.—Vista de la Umbria del Cucinillo.



Noticias

Las centrales nucleoelectricas.

Dadas las dificultades temporales de disponibilidades hidroelectricas, insuficientes por la sequia del ultimo otono y la marcha de las explotaciones carboniferas y centrales a bocamina, se fija la atencion en las futuras soluciones de este problema en las centrales nucleoelectricas.

Independiente de las investigaciones sobre aprovechamiento de las energias eolica y de las mareas, se ha de tener en cuenta que algunas soluciones, como las termoelectricas con productos petroliferos, pueden tener dificultades en caso de conflictos mundiales. Esto induce a pensar en las centrales termonucleares, que han de funcionar normalmente en Europa antes de un par de decadas. En paises con interesantes recursos de uranio, como Espana, pueden ser una buena solucion por sus varias ventajas; ademias, es de esperar que su costo sea menor a la industrializacion de los nuevos saltos, que cada vez son mas costoso conforme se ultiman los de construccion mas facil.

En esta idea estan algunos paises, como Suiza, que para continuar su ritmo de industrializacion ha visto como unica solucion las centrales nucleoelectricas, y que por carecer de recursos de uranio y torio tendra que recurrir a materiales escindibles proporcionados por el «pool» atomico.

La industria siderurgica alemana.

Durante el pasado ano, la industria siderurgica alemana, en su rama del acero, ha producido 17,5 millones de toneladas, alcanzando un nuevo maximo de postguerra (el de preguerra fue de 17,9); la produccion en 1953 fue de 15,4 millones de toneladas.

Nuevos Ingenieros Vocales.

Se han designado Ingenieros Vocales del Instituto Geologico y Minero a D. Francisco Solache, D. Juan Manuel Lopez de Azcona, D. Augusto Gálvez Cañero y D. José María Ríos.

La energia termoelectrica en Gran Bretaña.

Durante el año 1954 se han consumido en el abastecimiento termoelectrico de Gran Bretaña 28.000.000 de toneladas de carbon. Si el regimen de industrializacion continua como en la actualidad serian necesarias en el año 1960 unos 50.000.000 de toneladas, y en el año 1965, sesenta millones de toneladas.

La energía nucleoelectrica en Gran Bretaña.

Se calcula que en el quinquenio de 1965 a 1970 se habrán montado varias centrales nucleoelectricas, haciendo con ello una economía de 20 millones de toneladas de carbón, con una producción de 5.000 megavatios. Las primeras que entrarán en funcionamiento serán las de Calder Hall, en Cumberland.

Cobre en Alemania.

La producción de cobre en Alemania ha pasado durante el año 1954 de las 425 toneladas diarias.

La producción mundial de petróleo.

La producción mundial de petróleo durante el año 1954 ha sido de 710 millones de toneladas, contra 678 millones del año anterior.

Estados Unidos ha producido el 48 por 100, o sea 340 millones de toneladas, con una baja de tres millones con respecto al año anterior.

Rusia pasó de los 60 millones de toneladas. El Oriente Medio produjo 136 millones de toneladas; de dicha cifra produjeron 47 millones de toneladas Kwait y otro tanto Arabia Saudita, y algo más de 60 millones Iraq.

Venezuela alcanzó los 98 millones, y de los países de la Commonwealth destaca Canadá, con 12,5 millones de toneladas; Borneo británico, con cinco, y Trinidad, con 3,5 millones de toneladas.

La producción de hulla en España.

La producción de hulla en España en el año 1954 ha sido de 10.450.000 toneladas, con un aumento de 200.000 sobre la del año anterior.

Centrales térmicas en España.

Entre las centrales térmicas en servicio y próximas a terminarse se llegará a 1.059.000 kilovatios.

Cemento en España.

La producción total de cemento durante el pasado año ha sido de 3.308.000 toneladas, con un aumento de 536.000 toneladas sobre el año anterior.

Producciones mineras y metalúrgicas durante el año 1954.

	Toneladas	Aumento por 100	Disminución por 100
Mineral de hierro (Península y Marruecos)...	3.735.000	—	5
Potasa (K_2O)...	182.000	12,5	—
Piritas ...	1.894.000	6	—
Volframio (mineral) ...	3.100	7	—
Plomo (metal)...	57.500	17	—
Cinc (metal) ...	23.400	2	—
Estaño (metal)...	810	12,5	—
Aluminio (metal) ...	5.600	36,5	—
Cobre (metal) ...	7.200	—	2,5
Azufre (metal)...	41.600	3	—

Producción de las industrias químicas en el año 1954.

	Toneladas	Aumento por 100
Abonos nitrogenados ...	160.000	36
Superfosfatos ...	1.417.000	11
Productos petrolíferos (crudos refinados) ...	3.034.000	16,5
Acido sulfúrico ...	744.000	5,2
Carbonato sódico...	102.000	6,6
Sosa cáustica ...	91.000	1,6

La industria siderúrgica en España.

En la industria siderúrgica española se han alcanzado durante el pasado año 875.000 toneladas de hierro, y en acero, 1.103.000 toneladas. De ésta continúa su importante incremento, ya que se han producido 200.000 toneladas más que el pasado año, y se ha superado en 80.000 toneladas la producción máxima española.

Coloración natural y artificial de los diamantes.

Acerca del misterio de la coloración de los diamantes existen opiniones variadas: unas suponen que es debido a impurezas; otras sostienen que es superficial, como se ha demostrado con algunos de coloración ama-

rillenta o amarillo verdosa, que ha desaparecido por el pulido superficial, y también existe la opinión de que es producida por la radiactividad natural.

En un estudio de Dugdale, que sometió los diamantes a la acción del bombardeo por electrones y neutrones en la pila BEPO de Harwell, llegó a la conclusión de que la coloración verdosa es asociada a defectos en las celdillas elementales, consecuencia del desplazamiento de los átomos de carbono por los bombardeos, y que al ser sometidos posteriormente a temperaturas elevadas da lugar a una movilidad en los átomos, con recombinaciones que producen una reducción en la intensidad del color.

El germanio y el galio.

En España encontramos las reservas más importantes del germanio y galio en las blendas y los carbones. En las primeras, según los análisis del Laboratorio de Espectroscopia del Instituto Geológico y Minero de España, se los ha encontrado en proporción de 0,1 por 100, y en los segundos, de 0,01 por 100, superiores a las de menas análogas de otros países, que son explotadas industrialmente.

Así como la recuperación de ambos elementos es fácil a partir de los minerales de cinc, lo es más difícil si se trata de los carbones, debido a que en gran parte se emplean en usos domésticos y calderas de ferrocarriles o industrias pequeñas, que imposibilitan su recuperación.

En las industrias pesadas su recuperación es fácil; en la siderúrgica pasan al lingote, y en el proceso de refinado, a la escoria o los humos. En las baterías de cok pasan a formar parte del cok, que si se emplea en la producción del gas se originan los sulfuros volátiles correspondientes, que pasan al gas y se aíslan durante el enfriamiento.

Su proceso posterior de extracción descansa en la afinidad del germanio por el hierro y del galio por el cobre.

Las centrales nucleoelectricas.

Parece ser que los países que marchan a la cabeza de las investigaciones nucleares, como Estados Unidos, Canadá, Gran Bretaña, U. R. S. S., etcétera, han comenzado, o al menos proyectado, la construcción de instalaciones piloto nucleoelectricas, que quizá entren en explotación dentro de esta década. No obstante, según la opinión de destacados hombres de ciencia mundiales, es de esperar que dentro de la próxima década entren en funcionamiento grandes reactores nucleares capaces de suministrar energía eléctrica a extensas zonas industriales.

Existen grandes dificultades en los países carentes de criaderos de uranio y torio para poder construir estos reactores; pero si llegase a ser una realidad el «pool atómico», los productos escindibles, propiedad del Estado productor, serían cedidos a los que careciesen de los

mismos, pero con la obligación de devolver los correspondientes productos escindidos para evitar usos inadecuados.

Gas natural en Gran Bretaña.

Como consecuencia del plan quinquenal de prospección planeado por el «Gas Council», en los últimos meses se ha encontrado gas natural, a unos 250 metros de profundidad, en las cercanías de Crowborough Warren (Condado de Sussex).

Productos petrolíferos de Gran Bretaña.

Las exportaciones británicas de productos refinados del petróleo aumentaron durante el año 1954 en cerca del 10 por 100, tanto en volumen como en valor, sobre las del año anterior. Las exportaciones de productos refinados, obtenidos del petróleo crudo importado, se elevaron a cerca de 7.700.000 toneladas, valoradas en algo más de 84 millones de libras esterlinas.

Reserva de yacimientos de carbón en la isla de Mallorca.

Por Orden de 1.º de marzo de 1955 se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de carbón de la isla de Mallorca (Baleares) que puedan encontrarse en los terrenos francos comprendidos en el polígono que tiene por vértices los centros umbrales de las puertas principales de las Casas Consistoriales de los pueblos de Buñola, Algaida, San Juan, Santa Margarita, Alcudia y Pollensa.

Los yacimientos de azufre mejicanos.

El azufre promete colocar a Méjico en la vanguardia de los suministradores de este producto vital en un corto espacio de tiempo.

La existencia de singulares cúpulas de sal en el Sur del Estado de Veracruz era conocida desde hace varios años, y la «Mexican Eagle Oil Co.» descubrió varias de ellas en el área de Minatitlán antes de la expropiación de 1938. En 1939 comenzó una seria prospección del territorio al Sur de Minatitlán, con vistas a explotar las cúpulas de sal por sus posibles criaderos ricos en azufre. Los esfuerzos fueron recompensados con éxito en 1954, cuando se perforó el primer pozo productivo de azufre en el pueblo de San Cristóbal (Veracruz). A partir de este momento la industria mejicana productora de azufre se hizo una realidad, y actualmente cuatro empresas están operando en o cerca de San Cristóbal. El Gobierno mejicano ha dado a esas empresas concesiones por las cuales recibirá un 15 por 100 del rendimiento bruto resultante de la extracción de azufre.

El total de reservas disponibles de azufre se calcula por lo menos en 50 millones de toneladas, y esta cifra está basada en el actual desarrollo parcial. Se dice que por lo menos el doble de dicha cantidad estará eventualmente disponible.

La nueva industria de extracción de azufre de Minatitlán permite esperar que la producción puede fácilmente llegar a 1.000.000 de toneladas anuales, y que podría aún exceder sin dificultad alguna a la actual producción de los Estados Unidos.

La adopción, para su beneficio, del procedimiento de Frasch ha hecho posible la producción de azufre refinado a un costo de siete dólares por tonelada, cifra que adquiere significación cuando se comparan los 70 dólares por tonelada que cuesta la producción de azufre refinado en Sicilia por una Sociedad subvencionada por el Estado.

Opiniones acerca de la edad del Universo.

El pasado año organizó un concurso el Grupo de Filosofía de la Ciencia, de la Sociedad Británica de la Historia de la Ciencia, sobre el mejor ensayo referente a la edad del Universo. Se presentaron al concurso veintiséis comunicaciones, de las que se seleccionaron seis, publicadas en el *British Journal for the Philosophy of Science*, en las que sus orientaciones son las siguientes:

M. Scriven (Minnesota).—No puede llegar a ninguna conclusión sobre si el Universo tiene o no edad finita.

J. T. Davies (London).—Acepta provisionalmente unos 4.000 millones de años para edad del Universo, deducida por extrapolación lineal de la hipótesis de sucesión nebular.

E. J. Opik (Armagh).—Manifiesta que en su actual forma y contenido el Universo no tiene más de 6.000 millones de años.

G. J. Whitrow (London).—Sugiere que la edad del Universo es finita y de unos 4.000 millones de años.

R. Schlegel (Michigan).—Considera el Universo atemporal y que, por lo tanto, no le es aplicable el concepto de tiempo; su edad es infinita, lo que puede ser una solución particular, para un Universo al que no se le pueda aplicar el concepto de tiempo.

B. Abramenko (Mannheim).—Sostiene el concepto curvo de espacio y de tiempo; por lo tanto, se han de considerar los procesos por ciclos; no se debe admitir, por lo tanto, el concepto de edad a que estamos acostumbrados, sino ésta para cada ciclo y una sucesión infinita de ciclos.

Notas bibliográficas

CRIADEROS

J. GEFFROY y A. LENOBLE: *Le gisement uranifère de Sagmuhlen, près Sulzburg (Forêt Noire) sa place parmi les gîtes uranifères européens.* «Rapport C. E. A.», núm. 283, año 1954.

Los autores describen unas manifestaciones uraníferas situadas en la antigua mina de cobalto de Sagmuhlen, cerca de Sulzburg (Selva Negra). La mineralización parece tener lugar en el macizo granítico del Sur de la Selva Negra. Se presenta bajo la forma de pequeñas venillas de pezzoblenda, concrecionada, acompañadas de loellingita y de sulfuros de plomo, cobre, cinc, hierro y antimonio en una ganga de cuarzo y carbonato.

Por la descripción de un cierto número de mineralizaciones, los autores pretenden destacar un paso progresivo de los tipos uraníferos del macizo central (con sulfuros B. G. P. C., calcedonia y fluorita) a los tipos de la Europa Central (enlazados a los minerales de Ni, Co, Bi U y Ag). Los dos tipos están localizados en las provincias de mineralización herzniana, los yacimientos tipo «macizo central francés» infragranítico y de dominantes características epitermales, parecen más tardíos que los de la Europa Central localizados en la periferia de los batolitos graníticos y de tipo mesotermal dominante.—L. DE A.

GEOFISICA

PAUL J. MELCHIOR: *Les marées terrestres.* «Obsér. Reg. de Belgi. Mono.», IV, pág. 134, Bélgica 1954.

La concepción de un globo no absolutamente rígido, sino deformable, empezó a tomar importancia a finales del siglo XIX.

La teoría estática de las mareas muestra inmediatamente que la dirección de la vertical y la intensidad de la gravedad no permanecen constantes, pues varían bajo la influencia de la atracción lunisolar.

Conviene plantear la cuestión de si se puede aplicar la teoría estática a las mareas del globo «sólido». Esta teoría propuesta inicialmente por Newton y Laplace para tratar de explicar los fenómenos de las mareas oceánicas se orienta sobre la hipótesis de que a cada instante el mar adquiere su forma de equilibrio que responde a la distribución momentánea de las verticales (se tiene aquí en cuenta la influencia del desplazamiento de la masa de agua).

Sin embargo, se ve rápidamente que esta teoría no da una representación cuantitativa del fenómeno, en particular para las ondas de período corto (semidiurnas y diurnas).

En efecto, las partículas líquidas no tienen unión rígida entre ellas, pasando por inercia su posición de equilibrio y las ondulaciones se amortiguan.

Darwin, Kelvin y Love han tenido en cuenta estos efectos para construir una teoría dinámica de las mareas.

Pero esta teoría no explica completamente las grandes discrepancias que presenta el fenómeno de una cuenca oceánica a otra. Una aproximación mejor de la realidad es la dada en la teoría de Harris, que introduce la consideración de cuencas oceánicas donde ciertas ondas de marea pueden o no entrar en resonancia con las vibraciones propias definidas por la forma geométrica de la cuenca.

Pero en el caso de un globo sólido las uniones rígidas entre las moléculas no permiten el establecimiento de corrientes; las partículas no se desplazan más que algunos decímetros y el equilibrio es rápidamente alcanzado.

Muestran los autores que los períodos de ondas de marea son largos frente por frente de los períodos de oscilación libre de un globo líquido teniendo las dimensiones de la Tierra; los fenómenos de resonancia no pueden originarse. Por esto expone los cálculos hechos por Kelvin y llega a deducir para el período de oscilación para la tierra:

$$T = 1 \text{ h. } 34 \text{ m. } 12 \text{ s.}$$

Por otra parte, una impulsión sísmica se propaga en 32 minutos a longitud de un diámetro (onda P. k. P). El período semidiurno de las mareas puede ser considerado como longitud y los fenómenos que se manifiestan pudieron ser tratados por la teoría estática.

Desarrolla los elementos esenciales de esta teoría a fin de poder comparar estos valores teóricos con los resultados de las observaciones que son descritas en la obra comentada.—L. A.

GEOGRAFIA FISICA

DEROUET, E., DRESKO et NEGRE, J.: *Recherches biospéologiques dans les Monts Cantabriques (Espagne). Enumérations des grottes et notes de chasse. Speleon.* «Rev. Esp. de Hid. Morf. cars. y Esp.», t. V, núm. 3. In t. Geol. de Oviedo. Oviedo 1954.

Se trata de unas notas en que los autores dan diversos datos del reconocimiento efectuado en 38 cuevas de la región montañosa cantábrica desde Guipúzcoa y Santander, hasta Oviedo.

De cada paraje se hace sucinta descripción fisiográfica y zoológica, siendo de interés por el gran número de cuevas visitadas.—H.-P.

RÍOS, J. M.: *Visita a la cueva de Llanera. Speleon.* «Rev. Esp. de Hid. Morf. cars. y Esp.», t. V, núm. 3. Inst. Geol. de Oviedo. Oviedo 1954.

La cueva de Llanera es ya conocida desde antiguo, siendo desde el punto de vista topográfico de no gran importancia. En su interior se ha descubierto una fauna cuaternaria de interés.

El primero que dió cuenta de la existencia de tal cueva y de sus restos fósiles fué el señor Hevia en 1943. Posteriormente fué recorrida por el señor Ríos.

Queda situada al sur de una colina del paraje de Agüera, parroquia de San Cucao, del término de Llanera. En esta zona se explotan canteras de caliza, para cal, en la masa de calizas cavernosas del Trias.

A continuación se hace la descripción de la cueva, se describen los restos óseos encontrados y se determina cuál sea su origen.

Como se trata de una cavidad irregular, de dimensiones relativamente grandes, el autor señala un plan de trabajo para ultimar su exploración.—H.-P.

KUBIENA, W. L.: *Sobre el método de la paleoedafología.* «An. Edaf. y Fisiol. veg.», t. XIII, núm. 7-8. Madrid, 1954.

Hasta ahora, en el estudio de las formaciones geológicas modernas, se ha recurrido casi exclusivamente al estudio de restos fósiles de organismo para datar los depósitos.

El doctor Kubiéna, en este trabajo, describe nuevos métodos de identificación de las formaciones geológicas recientes de la paleoedafología, investigaciones que destacaron por su diversidad y por haber sido muy numerosas en el IV Congreso Internacional del Cuaternario (INQUA) celebrado en Roma en 1953.

El método de trabajo se basa en que un tipo o subtipo de suelo con idéntico material de origen puede quedar representado paleoedafológicamente de modo muy diferente, debido a poder existir en él restos de formaciones «in situ», de restos oloctonos, fosilizados o transformados total o parcialmente. Debido a ello, la paleoedafología ha de distinguir, además del tipo o subtipo de suelo sistemáticamente, la forma como está representado, su estado o el modo en que concurre.

Estos modos, según un cuadro, quedan expresados en doce tipos mediante ejemplos corrientes derivados de un rothelm que tuviera como roca madre al basalto.

Se hace destacar la importancia del concepto modo, pues la multifor- midad de tal concepto hace paleoedafológicamente la investigación más complicada de lo que pudiera suponerse. Los modos sucesivos de un mismo tipo de suelo tienen, como es natural, muy diverso significado, de tal manera que las determinaciones válidas para uno, son inadecuadas para otro.

A continuación se hace la reseña de los *modos* principales con ejemplos concretos y referidos a buenas figuras del texto. Finalmente, se da la metódica general indicando que los *modos* reseñados son los más frecuentes.

En este nuevo tipo de investigaciones hay que tener en cuenta que no se puede prescindir de ninguno de los métodos desarrollados en Edafología, siendo, sin embargo, absolutamente necesarios el *examen morfológico* y el *análisis edafomineralógico*.

La paleoedafología y la edafología quedan, según se deduce de este folleto, en conexión íntima, explicándose por este nuevo método de estudio muchos de los problemas edafológicos que no tenían fácil comprensión.—H.-P.

PÉREZ MATEOS, J. y MARTEL SANGIL, M.: *La Península de Anaga y estudio de algunos arenales del litoral de Tenerife (Islas Canarias)*. «An. Edaf. y Fisiol. veg.», t. XIII, núm. 9-10. Madrid, 1954.

Al iniciarse el estudio sistemático mineralógico de las playas peninsulares comenzado por las costas gallegas, en el presente trabajo se amplía tal estudio a las playas de Tenerife, del archipiélago canario.

Comienzan los autores haciendo la descripción de la destacada península de Anaga o porción más hacia el NE. de Tenerife, detallándose el relieve, la geología y la petrografía de tan interesante región, formada por masas basálticas que se superponen, alternando con masas de derrubios y tobas, así como por fonolitas y traquifonolitas.

En la segunda parte se estudian los materiales minerales de las masas detríticas sedimentarias y, en especial, de los arenales o playas del litoral, como son las de San Andrés y Punta Hidalgo, en Anaga, así como Las Aguas, al Norte de la Isla.

Tal estudio está relacionado con las características geológicas y especialmente petrográficas que circundan a tales parajes, estudiando en ellos y mediante sus arenas los minerales densos, destacando como especies dominantes la augita común y titanífera. También se tiene en cuenta, por la morfología de los granos, la génesis de la Isla, así como la mineralización de tales acúmulos de arena.—H.-P.

PARGA PONDAL, I. y PÉREZ MATEOS, J.: *Los arenales costeros de Galicia. I. La Ria de Lage. Trab. Lab. Geol. de Lage (La Coruña) número 2*. «An. de Adaf y Fis. veg.», t. XIII, núm. 6. Madrid, 1954.

Un conjunto de trabajos han iniciado el estudio sistemático de la composición mineralógica de los arenales y playas de la costa de Galicia. En realidad, tal tipo de investigaciones en este país son muy escasas y como el estudio de tales arenales ofrece posibilidades de interés económico, se comprende que tal labor es de importancia.

En este primer trabajo se indica las condiciones y rasgos de gran variabilidad de la mineralización dentro de una misma playa y por ello, la importancia grande de la toma de muestras. Siendo las playas verdaderas unidades dinámicas, los autores indican que las asociaciones de minerales densos debe hacerse por separado, tanto en las playas como en las formaciones de médanos.

Se estudian tanto las arenas de la playa de Lage, como con detenimiento las de la playa de Balarés y las dunas del río Allones.

Las asociaciones minerales son dos fundamentales: una presente en playas y dunas, formada por ilmenita, granate y epidota, y otra, existente sólo en las dunas y que queda integrada por turmalina, andalucita y hornblenda. Minerales poco frecuentes son los de rutilo, estaurotita y circón, siendo escasos la monacita y la casiterita. Todos estos elementos proceden de la desintegración y erosión de las rocas graníticas y metamáficas circundantes.—H.-P.

LLÓPIS LLADÓ, N.: *Sobre las características hidrogeológicas de la red hipógea de la sima de la Piedra de San Martín (Navarra)*. «Speleón». Rev. Est. de Hidr. Morf. Cars. y Spe., t. V, núms. 1-2. Inst. de Geol. de Oviedo. Oviedo, 1954.

Se describe la zona en la que queda enclavada esta sima de la Peña de San Martín, país desértico, de difícil tránsito, denominado Larra, en donde el papel litológico dominante lo da las calizas turonenses, en las que se ha desarrollado un proceso cárstico muy intenso.

El estudio geológico de la zona se hace con detenimiento, comprendiendo estratigráficamente dos conjuntos: el zócalo paleozoico, que representa a la zona axial pirenaica, y la cobertura mesozoica, que aparece constituida sólo por el triás y el cretáceo.

La tectónica es típicamente alpidica, distinguiendo el autor dos formas tectónicas diferentes: las de plegamiento, que es lo que caracteriza a la estructura general del país, y las roturas posteriores, que lo desarticulan, rasgos que caracterizan a las altas tierras de Navarra. Cortes geológicos y descripción de los fundamentales accidentes hacen comprender la complejidad relativa de tal zona.

Se analiza también la morfología y su génesis interpretando los relieves residuales glaciares, haciéndose un detenido estudio del carst que caracteriza a estas montañas calizas, describiéndose diversas formas y dando la explicación de su evolución general. También se tienen en cuenta las actuales formas de emisión o surgencias que son importantes hacia el valle francés de Santa Engracia.

Finalmente, se estudia con detenimiento la hidrología subterránea, que está muy desarrollada, con su tres zonas: la de alimentación, la de conducción o red laberíntica de cauces subterráneos y la de emergencia.

Este sistema subterráneo hidrológico, que es extremadamente comple-

jo, funciona muy especialmente debido a la existencia de un desnivel considerable, pues la zona de alimentación queda a unos 2.000 m. y la de emergencia, en la zona de Beutia, a menos de 500 m.

En este conjunto hidrológico subterráneo, la piedra de San Martín sólo es un elemento accesorio, que sólo aporta 0,5 m.³ durante el estiaje, siendo el caudal total en Beutia de unos 5 m.³

La zona de Larra alimenta al menos las tres cuartas partes de tal sistema, aguas que subterráneamente van hacia Francia.—H.-P.

GEOLOGIA

JULIVERT, M.: *Estratigrafía del Eoceno-Oligoceno entre el Francolí y el Anoia*. «Mem. y Com. del Inst. Geol. Prov.», tomo XI, Barcelona 1954.

La formación terciaria paleogena entre los ríos Francolí y Anoia está formada por un conjunto inferior continental que se extiende por Igualada, Pontils y Vallespinosa, sobre el que descansa un conjunto de facies marina con numulites y otros restos de organismos fósiles que queda limitado en su zona alta, entre Odena y Tous, por un nivel yesoso Ludiense. Sobre tal nivel descansa un conjunto rojo que aún debe pertenecer al Ludiense; iniciándose seguidamente el Oligoceno con capas de *Cyrena* con un pequeño nivel de yesos.

El carácter marino de estas formaciones se va perdiendo hacia el W, marcando su dominio en especial una capa caliza con nódulos de sílex que se sigue bien entre Colomines y San Coloma, hasta el N. de Vilavertr, l. que indica la existencia del Eoceno hacia el SW.

Los yesos de Oligoceno dan origen igualmente a un nivel muy constante que desde Copons, se sigue hasta Pira.

Esta serie Eoceno-Oligocena es, pues, muy completa y es semejante litológicamente tanto en la Conca de Barberá, como en la Lonca d'Odena, no apareciendo niveles algunos del Eoceno hasta alcanzarse Montblanch.

Cortes geológicos, detalles estratigráficos y listas de fósiles complementan el trabajo.—H.-P.

HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Bosquejo geológico del territorio de Ifni*. «Africa», núm. 151. Madrid, 1954.

Se analiza con cierto detalle el reciente bosquejo geológico editado por el Instituto de Estudios Africanos, dándose las características generales del país así como los rasgos del reciente trabajo cartográfico que reúne los estudios y datos que se tienen de este territorio del África Occidental.

En este trabajo también se analizan determinadas características fisio-

gráficas del país que, pese a su poca extensión, es relativamente variado, tanto geográficamente como geológicamente.

La zona central es exclusivamente eruptiva, la cual queda rodeada por un paleozoico fundamentalmente calizo, y éste, a su vez y hacia el litoral, por una orla secundario-terciaria, cubierta por interesante cobertera cuaternaria con playas levantadas.—H.-P.

HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Mapa geológico esquemático de la Guinea Continental Española*. «Africa», núm. 158. Madrid, 1955.

Recientemente el Instituto de Estudios Africanos ha editado el mapa geológico de la Guinea Continental Española. Este trabajo cartográfico se basa en una serie de datos debidos a muy diversos autores y especialmente del ingeniero De Novo y al doctor Fúster.

El país es de relativa monotonía, dominando hacia el interior la formación cristalino-cristalofítica, carácter éste que se acentúa en el borde montañoso occidental. Hacia el litoral aparece un conjunto de sedimentos marinos de un mar transgresivo epicontinental del Paleogeno, materiales que descansan sobre un cretáceo también marino, pero de aguas más profundas, cuyos sedimentos rodean al Estuario del Muni. Este cretáceo está afectado por la orogenia alpina, aunque de modo débil, mientras que el paleogeno se ofrece sensiblemente horizontal.

Ambas formaciones son de interés, pues encierran restos de peces fósiles y horizontes areniscos de tipo bituminoso.

El país cristalino es muy variado, dominando el carácter ácido de sus rocas.

El bosquejo geológico está bien sistematizado, siendo, pues, un trabajo de cartografía aceptable.—H.-P.

Calendario meteoro fenológico, 1955. «Serv. Meteor. Nac. Climat.», Madrid 1955.

Acompañan al calendario corriente los datos astronómicos para el presente año y, a continuación, se hace un resumen de la fenología, indicándose cuál sean sus fines y su importancia. Se acompaña la lista de plantas adoptadas para este tipo de observaciones y a continuación se dan fenológicos florales, de caída de hojas y de la llegada de la gclondrina para España.

Como trabajo especial se hace la reseña del año agrícola 1953-54 con sus tablas y cuadros correspondientes y los mapitas de lluvias, temperatura, insolación, de helada, etc.

Se estudian las tormentas de España con un mapita de distribución de las mismas.

Interesante es el trabajo titulado «¿Ha terminado un período de gran-

des oscilaciones pluviométricas?», que se complementa con otro de la frecuencia de lluvias en Madrid. Calendario bien editado, práctico y de interés por los muchos datos que contiene.—H.-P.

ROQUERO DE LABURU, C.: *La conservación del suelo. Problema nacional*. Ministerio de Agricultura. (Dir. Gen. de Coord. Cred. y Capat. Agra.), Madrid 1954.

Comienza el autor planteando este problema que es el efecto de la erosión, fenómeno que adquiere caracteres de extrema gravedad en superficies inmensas de la Tierra. Los regajos, las cárcavas y los barrancos y mucho más grandiosamente los torrentes, son el resultado del proceso erosivo, el mayor enemigo y el más pertinaz del agricultor.

Se analizan los perjuicios directos que tal proceso causa: arrastre de tierras, pérdida de abono y fertilizante, evitación de la infiltración del agua llovediza, lo que provoca la disminución del rendimiento de cosechas, aterramientos y atarquinamientos de embalses, fenómenos que, en muchos casos, adquiere características aterradoras. También las avenidas están en relación directa con los suelos muy erosionados o que incluso faltan.

Se favorece la erosión con labranzas mal hechas o abuso del laboreo; con excesiva parcelación de la tierra, destruyendo la cubierta vegetal; con el pastoreo abusivo y, especialmente, con las roturaciones.

Razonadamente se indica qué debe hacerse para conservar el suelo, siendo el abancalado, el laboreo con surcos a nivel, el cultivo en fajas y creando matorral, los medios que como mejor y más eficazmente se lucha.

Se indica cómo deben hacerse tales operaciones y cuáles son los métodos más lógicos y adecuados para evitar que la tierra vegetal desaparezca de los campos.

Trabajo interesante, bien desarrollado y llevado a cabo con gran conocimiento de tan perjudicial proceso erosivo.—H.-P.

KUBIËNA, W. I.: *Pour la reconnaissance des formes d'alteration primaire et secondaire dans les sédiments désertiques*. «Ext. Cong. Geol. Inter. C. R.». XIX Sesión. Alger, 1952. Fasc. VII. Alger, 1953.

Gran cantidad de sedimentos desérticos son debidos a formaciones pedológicas de climas húmedos subtropicales y tropicales, los cuales subsisten aunque el clima se modifique hacia un tipo desértico, pudiendo tales sedimentos, pese a ello, muchas veces conservar sus propiedades estructurales. Tal hecho se reconoce micromorfológicamente en cortes delgados, lo que aparece notoriamente en las formas de «separación» de hidróxido de hierro. Entre las formas extremas de suelos húmedos

tropicales o subtropicales —braunlehm— y los sedimentos de erosión correspondientes, estas «separaciones» son redondeadas, semejantes a concreciones con contornos netos.

En la formación de transición se desarrollan granos sin contornos claros y precipitaciones de hidratos pobres en agua, de color rojo vivo, que rodean a toda la estructura del sedimentos (rotlehm). En los climas desérticos aparece un agregado pulverulento al perder el ácido silícico su solubilidad, dando ello origen a solidificación y conservación de estructuras variadas de suelos de tipo húmedo. En la alteración primaria desértica desaparecen las estructuras de estos antiguos suelos húmedos. Los hidróxidos de hierro se transforman con rapidez en zonas pobres en agua, granulosas o costrosas de formas irregulares.—H.-P.

VIRGILI, C.: *Algunas consideraciones sobre el trazado de las costas españolas durante el Triásico*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.». Tom. Hom. H.-Pacheco. Madrid, 1954.

El Triásico, dentro del conjunto secundario, es de gran significación en la geología de España, pues da a muchas zonas un peculiar carácter; por ello es de interés, teniendo en cuenta un gran conjunto de observaciones, ver cuál pueda haber sido el borde continental a lo largo de tal período.

Para ello se comienza por hacer minuciosamente el estudio de las condiciones generales de sedimentación, sabiendo que a lo largo de tal período lo que hoy en parte es Península hispánica, estaba situado al borde del continente Nordatlántico y al lado del mar de la Mesogea, límite que, como es natural, experimentó a lo largo del Trias acentuadas variaciones. El centro y noroeste de la Meseta, de lo que ya constituía el Macizo hespérico, permaneció constantemente emergido y sumergido el resto durante las grandes transgresiones, mientras que la Subbética, desde el comienzo del Trias medio, permaneció bajo las aguas del mar.

El borde de los depósitos está marcado por una terminación en cuña de los mismos, siendo todos ellos de acentuadas características detríticas. Es una serie típicamente comprensiva que abarca a los tres niveles fundamentales del período.

El corte típico hecho por Richter y Teichmüller en la zona de Beteta (Cuenca), en el nacimiento del Tajo, es el siguiente:

Margas irisadas	45 m.
Margas arcillosas areniscosas... ..	40 »
Areniscas calizas parduzcas.	12 »
Conglomerado brechoide.	20 »
Areniscas rojizas... ..	12 »

Conjunto de sedimentos que alcanza a unos 129 m., que descansan sobre cuarcitas paleozoicas.

La dificultad paleogeográfica se plantea en las zonas de máximos plegamientos con desplazamiento horizontal, como acontece en la Bética; en el resto, el borde continental puede, en cierto modo, quedar bien establecido. También existe dificultad allí donde el dominio del Trias ha sido cubierto por materiales más modernos, como acontece en el NE. peninsular. A continuación se hace un sintético estudio de los tres fundamentales periodos del Trias, trazándose el borde de la cuenca, teniendo en cuenta los intentos hechos por diversos autores, tanto para el Trias inferior, como para el medio y superior, pudiendo indicarse como resumen, según los datos existentes, que el carácter de continentalidad del Trias inferior fué su facies acentuadamente desértica, indicándose que la facies alpina y germánica del Trias medio aparece más o menos mezclada en el dominio sedimentario peninsular, existiendo un área continental muy persistente hacia el W., así como dos pequeños macizos: el del Ebro y el catalán, separados del Occidente por el mar epicontinental triásico. Hacia el SE. dominó en el Trias inferior y superior los mares profundos.—H.-P.

VIRGILI, C. y JULIVERT, M.: *El triásico de la Sierra de Prades*. Est. Geol. Inst. «Lucas Mallada», núm. 22. Madrid, 1954.

Localizada la zona estudiada, hecho el análisis histórico de ella, respecto a los que se han ocupado de la misma, se inicia con detalle el análisis estratigráfico de la formación, que es litológica y estratigráficamente muy completo. También se estudió con cuidado los ejemplares fósiles procedentes de esta zona, haciéndose destacar las peculiaridades de los mismos, especialmente el correspondiente a facies alpina, aunque litológicamente los materiales corresponden a la germánica, lo que es peculiar y general para el Trias catalán y en especial el de Tarragona.

También debe destacarse el ser los ejemplares españoles de esta facies germánica más pequeños que los europeos, lo que indica ser un carácter de tránsito de la facies del Trias catalán. Se comparan después las series con las alpinas y germánicas, viéndose que, en realidad, no se corresponde esta catalana con ellas, hecho también general para Cataluña, lo que hace que las deducciones hechas al estudiar esta zona tengan un cierto valor general.

Se estudia a continuación los tres fundamentales niveles del Buntsandstein, el Muschelkalk y Keuper, dándose como conclusión el que se le debe dividir en niveles constantes bien diferenciados paleontológicamente y litológicamente, no debiéndose emplear nomenclatura especial que más bien dificultaría el estudio de la formación.

Un cuadro resume litológica y paleontológicamente las series, dándose la potencia de los niveles, que alcanzan en total los 400-415 m.

Así, pues, la Sierra de Prades está casi exclusivamente formada por el Trias, descansando con discordancia sobre un zócalo paleozoico. A veces este Trias queda cubierto por el Liásico. La zona triásica está

representada por tres episodios continentales: la totalidad del Trias inferior, el medio que representa al Anhydritgruppe germánico y el que representa al Trias superior.

Las condiciones de esta cuenca fueron semejantes paleogeográficamente a las de la Alemania central, explicando ello la analogía de facies, abriéndose ampliamente hacia el geosinclinal alpino y no teniendo, pese a su carácter, comunicación con la cuenca de Alemania.—H.-P.

DELMAS, M. et DIENESCH, J.: *Présence de Néocomien sur le flanc nord du Pic de Rébénacq (Basses-Pyrénées)*. «Soc. Geol. de France», Comp. Rend. Som. de Sciences, núm. 14-15. Paris, 1954.

El descubrimiento del Neocomiense, en Aquitania occidental, ha inducido a los autores a reconocer las formaciones del sector septentrional del pico de Rébénacq, donde no es posible ya datar a las calizas de tal zona, ni al Albiense ni al Aptiense, como se venía suponiendo. Es más: en un determinado sector ellas representan al Valanginiense.

Buen ejemplo del Neocomiense son las calizas explotadas en las canteras de Treil, situadas a la izquierda de la carretera de Pau a Laruns, en el kilómetro 9.

En tales parajes las facies evolucionan hacia tipos lacustres, con intercalaciones marinas de escaso fondo.

Más hacia el norte, los materiales cambian hacia areniscas, presentándose una banda ferruginosa de tono amarillento que pudiera representar un episodio continental de la base del Valanginiense.

Entre estas areniscas, más hacia el NE., siguiendo la margen izquierda del Neer, existe un horizonte cálcico, con moluscos fósiles Valanginienses, acompañados de ostrácodos y algas. Tal hecho tiene importancia, pues la presencia del Neocomiense en esta zona, pudiera estar en relación con terrenos petrolíferos.—H.-P.

TEIXEIRA, C.: *Notas sobre geología de Portugal. O complexo cristalino antigo*. Porto Editora Lda. Empresa Literária Fluminense. Lda Porto. Lisboa, 1954.

Analiza con detenimiento el Prof. Teixeira la formación o complejo estrato-cristalino de Portugal, que abarca en nuestro país vecino gran desarrollo; pero no siempre puede reconocerse su edad relativa, pues no depende ello del grado de metamorfización, sino de un conjunto de hechos que no siempre es fácil analizar e interpretar debidamente.

Por ello, fuera bueno, como indica el autor, estudiar y describir tales formaciones independientemente de la edad que puedan tener, siendo en cierto modo precisamente estas formaciones las que menos conocidas están.

Tales conjuntos en Portugal constituyen dos núcleos fundamentales: uno ampliamente extendido por el Alentejo, el otro queda situado a Occidente.

Se analiza con detalle las manchas que ocupan la primera región, como son las de Evora, las de Arronches, dándose detalles de su litología y característica metamórfica y de su disposición. Se estudian también las pequeñas manchas de los valles del Tajo y Mondego, así como los afloramientos de los islotes Farilhões, al occidente de Portugal.

Con los datos obtenidos se hace un interesante ensayo de paleografía, dándose las características tectónicas, sacando conclusiones de gran interés. También se trata de la Geología económica con masas explotadas como mármoles, como piedra de construcción, y para la obtención de cales, como sucede en la Sierra de Ficalho. También se indica la presencia de yacimientos de hierro, magnetita, cuya génesis parece estar relacionada con intrusiones de tonalitas, gabros, etc., como ocurre en Montemor, Alvito, Orada y Serpa. También en determinados parajes existen yacimientos de asbesto, que han dado algunos lugares a explotaciones.—H.-P.

DESTOMBES, J.-P. et RAGUIN, E.: *Le pic de Montcalm et le massif de l'Aston dans les Pyrénées ariégeoises*. «Soc. Geol. de France», Comp. Rend. Som. de Sciences, núm. 13. París, 1954.

El estudio se ocupa de un gran macizo de gneis de los Pirineos a lo largo de la frontera de Francia con Andorra, entre Ax-les-Thermes y el pico de Montcalm. Se trata de una zona migmatítica que afecta a los gneis, resultado de un intenso metamorfismo del paleozoico pirenaico.

En esta zona el Montcalm (3.141 m.) no forma parte del macizo de gneis, según muestra el mapa geológico, sino que representa a un substrato de migmatitas heterogéneas con lechos calizos que podría representar a la serie Cambriana. Este conjunto aparece cubierto por una formación cristalina de algunos centenares de metros de embrequititas blancuzcas muy cristalinas, con lechos de pudingas.

Hacia el W. el valle de Mounicou está excavado en esquistos, no muy metamorizados, de la serie de Squiéry, que soportan al S. al Siluriano con «calizas metalíferas» de Caralp.

Los esquistos buzan con suavidad al W. o NW, bajo la potente formación tabular de Montcalm, que corresponde al Siluriano. La extensión E.-W. del macizo gneísico debe ser desplazado unos 12 kilómetros y reducida así su extensión a unos 35 kilómetros. A este macizo proponen los autores se le denomine «Macizo de l'Aston» y no de «Ax-Montcalm», al ser recorrido por el afluente de aquel nombre que va hacia el Ariège.—H.-P.

CRUSAFONT, M., DE VILLALTA, J. F. et TRUYOLS, F.: *Caracteristiques de l'Eocène continental au bassin de Tremp (Lérida, Espagne)*. «Soc. Geol. de Fran.», Comp. Red. Somm. Scien., núm. 13. París, 1954.

El descubrimiento de un Condylarthre (fam. Phenacodóntidos), recientemente en la cuenca de Tremp (Lérida), hace ver la existencia de sedimentos del Eoceno continental, cubriendo los depósitos de facies marina de la misma edad en estas comarcas.

En la Sierra de Montllóbar, por debajo de las margas grises azuladas de Figols de Tremp, datadas como lutecienses por su fauna de numulites y orbitolinas, aparece una serie hasta ahora estéril, cuya naturaleza continental había sido ya supuesto por Misch.

El descubrimiento de un Phenacodóntido, en niveles más altos, plantea el problema de si la edad de las formaciones marinas está bien establecida y también el tratar de encontrar restos de mamíferos en formaciones algo más elevadas a las que contenían el fósil citado.

Una revisión de los foraminíferos efectuada por el P. Ruiz de Gaona y por el Dr. Masachs, ha permitido datar a las capas de Figols como del Ypreciense-Luteciense inferior. Las zonas inmediatamente por bajo de la serie continental son de un Luteciense medio.

Además, minuciosas explotaciones en el conjunto de Montllóbar, en la carretera de Tremp a Pont de Montañana, ha descubierto un conjunto faunístico de mamíferos típicos del Luteniense superior.

El interés de estas investigaciones es el mostrar la existencia de fauna Luteciense desconocida hasta ahora en Cataluña, pudiendo así datarse con precisión la orogénesis pirenaica en pleno Bartonense.—H.-P.

MASACHS, V., CRUSAFONT, M. et VILLALTA, J. F.: *Sur l'âge du gisement potassique de la Catalogne*. «Soc. Geol. de France», Comp. Rend. Som. Science, núm. 13. París, 1954.

No se estaba de acuerdo entre los geólogos que han estudiado la cuenca potásica de Cataluña respecto a su edad. Unos creían que las sales eran ludienses, otros como sannoicienses, etc., siendo este último parecer el más aceptado.

En 1950, uno de los autores había hecho ver que sobre el Eoceno marino y sin aparente discordancia, existe una potente formación de sedimentos continentales. En capas intercaladas en tal conjunto de facies salobre, se ha descubierto una fauna típicamente bartoniense, existiendo, pues, intercalaciones tortonienses marinas y continentales, sedimentos que lateralmente están en conexión con depósitos de yeso, que representan al borde de la cuenca potásica. Tales sales pueden, por lo tanto, ser datadas como bartonienses, si tales yesos pasan hacia el centro de la cuenca a depósitos potásicos, o ser ludienses en el caso de que el yeso

no representase sino la zona inferior de la formación potásica. Las sales potásicas son, pues, eocenas.

Recientemente en el camino de Castellnó al puerto de Costa de la Vista —Sampedar—, en depósitos lignitíferos, se han recogido restos fósiles de chelonios y huesos de mamíferos, que hacen ver que tal formación es ludiense. Tales capas de lignitos quedan inmediatamente por bajo del yacimiento salino.

Por lo tanto, la edad Eocena de la cuenca potásica es indudable y estaría localizada entre el Bartonense marino y un Ludiense continental con determinados episodios marinos, salobres o lagunares. Un Sannoiciense continental bien datado en Calaf por sus mamíferos fósiles cubre la cuenca potásica, conjunto que no ofrece ninguna laguna estratigráfica.—H.-P.

LAMARE, P. et CASTERAS, M.: *Sur l'âge des formations détritiques crétacées des environs d'Espelette (B-P)*. «Soc. Geol. de France. Cons. Rend. Somm. des Seancs», núm. 14-15. París, 1954.

Analizan los autores la significación de una potente formación detrítica del cretáceo que aparece al borde de la carretera de Itxassou a Espelette, a unos 600 metros al Sur de esta última localidad.

Se trata de acumulaciones colosales de brechas que se extienden hacia el Oeste hasta rebasar el Puerto de Pinodiet y que figura en la segunda edición del 80.000 como carbonífero milonítico. Está formado tal depósito por esquistos y cuarcitas silíceas a las cuales acompañan localmente elementos ofíticos.

Esquistos y areniscas intercaladas en estas brechas encierran impresiones vegetales, dando origen a facies muy extendidas en el Pirineo correspondiente, al parecer, al Albiense.

Con ocasión de la reunión del II Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos, en tales depósitos los excursionistas encontraron moluscos fósiles y, entre ellos, muchos ejemplares de Parahoplites af deshaysi, lo que permite establecer que el Albiense está representado en este complejo detrítico infracretáceo de la vertiente Norte de los Pirineos vascos y que los autores que estudiaron tales formaciones confundieron los conjuntos cretáceos y los primarios.

Ello fué debido a no haberse encontrado antes los Parahoplites. Hay que destacar además la extraordinaria variabilidad lateral de los conglomerados, por lo que también pudieran pasar desapercibidos materiales relacionados con la presencia de un macizo silíceo emergido, durante el cretáceo y correspondiente hoy a cumbres destacadas. Estos hechos fueron debidos a consecuencia de la fragmentación del país por la tectónica preaptiense; brechas extraordinariamente desarrolladas, pero muy localizadas, y que con sus diferentes aspectos corren en más de 500 m. de N. a S. y unos 5 km. de E. a W., y en las cuales, como se ha indicado,

aparecen en depósitos esquistos-arenosos restos vegetales que están muy repartidos por otras localidades de estas zonas occidentales pirenaicas.

Así pues, en estas zonas fronterizas, la transgresión infracretácea ha comenzado con el aptiense, conclusión que no modifica los anteriores datos de los autores, que admiten la posibilidad de un cambio de edad de tal formación detrítica hacia el SE., hacia el Pico de Igoenza, donde podrían corresponder al Cenomanense según M. Casteras.—H. P.

RAMÍREZ Y RAMÍREZ, E.: *Las arcillas esmécticas del Silúrico extremeño*. «Las Ciencias», año XIX, núm. 4. Madrid, 1954.

Se describen en este trabajo algunos yacimientos de «tierra blanca» típicos del Silúrico inferior de Extremadura, como son los de Monterrubio de la Serena, Zalamea de la Serena, Magacela y Zarza de Alange.

Se indica la posición de estos depósitos arcillosos, pues ellos marcan, sin duda, un determinado horizonte o nivel dentro del conjunto pizarroso del Silúrico inferior ordoviciense, dándose para mayor detalle de localización estratigráfica un corte tipo de tal formación, que es muy semejante siempre en los diferentes parajes.

La descripción de los yacimientos se hace con detalle, especialmente en relación al situado en las cercanías de Zarza de Alange, que es de relativa gran importancia y que viene explotándose, aunque muy primitivamente, desde hace ya mucho tiempo.

Las arcillas explotadas en los diferentes parajes son todas muy semejantes, dominando el color blanco, a veces purísimo «tierra blanca», siendo la textura muy fina y untuosa o suave al tacto, ofreciendo el material gran plasticidad y alcanzando gran porcentaje de alúmina. No obstante, hay variedades negruzcas, grises azuladas, rojizas amarillentas y aun verdosas.

Se estudia también la génesis, que es un proceso químico-mineralógico que tiene por base una hidrólisis de los materiales pizarrosos, con movilización, por lo tanto, de sustancias metálicas alcalino y alcalinotérreas, con liberación y remoción de sílice soluble.

Finalmente, se describe la explotación de estos materiales arcillosos.—H.-P.

GEOQUIMICA

GIOVANNI BOATO: *The isotopic composition of hydrogen and carbon in the carbonaceous chondrites*. «Geochimica et Cosmochimica Acta», VI, 209 a 220, diciembre de 1954.

Se ha determinado en varias condritas carbonosas el hidrógeno y carbono contenido, así como la composición isotópica de estos elementos. Se

agrupan en dos tipos, las que contienen 10 por 100 de agua y 2 por 100 de carbono y las que tienen 1 por 100 de agua y 0,3 a 0,8 por 100 de carbono. Las composiciones isotópicas no tienen gran diferencia de las terrestres. Cuatro petrolites muestran un contenido en deuterio fuera de lo normal para valores terrestres; este hecho y las series de experimentos motivaron que el hidrógeno extraído se considere como verdaderamente meteorítico. Obtiene por primera vez la composición isotópica de ese H extraterrestre. Parece ser que ningún gran fraccionamiento isotópico de H ha ocurrido en el sistema planetario; no obstante, la abundancia de deuterio terrestre es probablemente bien representativa de la cósmica primitiva.

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

EDWARD P. HENDERSON: *A discussion of the densities of iron meteorites*. «*Geochimica et Cosmochimica Acta*», VI, págs. 221 a 240, 1954.

Una propiedad importante en los sideritos es su densidad, por lo que su determinación debe ser tan cuidadosa como sea posible. El estudio comentado muestra que la densidad se incrementa con el contenido en níquel, el cual puede ser deducido por el análisis. Es posible coordinar el análisis elemental y la densidad en los sideritos. La densidad media medida en los hexadritas es 7,91, mayor que la 7,87 deducida por Jette y Foote (1936), basada en el estudio por rayos X de la camacita. Situando la composición de estos meteoritos en el diagrama Ni-Fe de Owen y Lin (1943) deducen que las hexadritas y actachitas no descienden todo lo posible. Su diagrama no puede aplicarse a las condiciones en que se forman los meteoritos, por haberse enfriado rápidamente a una temperatura de unos 450° C. y entonces no estaban en equilibrio. Independientemente manifiesta este desacuerdo con el diagrama H. H. Uhling, el cual pretende razonarlo por el efecto de las presiones elevadas.—L. F.

W. GENTNER und E. A. TRENDLEBURG: *Experimentelle untersuchungen über die diffusion von helium in steinsalzen und sykvinen*. «*Geoch. et Cosmoch. Acta*», VI, 261 a 267, diciembre de 1954.

Las medidas con un espectógrafo de masas sirven para dar una constante de difusión del helio en el NaCl puro y en una mezcla de silvinita (45 por 100 NaCl y 55 por 100 KCl) en las zonas comprendidas por 500 y 650° C. Una extrapolación de los valores medidos, a la región térmica de 40 a 80° C., está de acuerdo con las obtenidas por las correcciones en las

determinaciones de edades. (Valores extrapolados $D_{H_2(80^\circ C)} = 4,0 \times 10^{-17}$ m²/seg; $D_{H_2(40^\circ C)} = 3,2 \times 10^{-19}$ m²/seg para determinación de edad $D_{H_2(80^\circ C)} = 1,2 \times 10^{-17}$ m²/seg; $D_{H_2(40^\circ C)} = 1,2 \times 10^{-19}$ m²/seg

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

HIDROLOGIA

JESÚS ARABIO-TORRE Y MARTÍNEZ DE MURGUIA: *Revisión, rectificación y nuevos datos analíticos de las aguas minero-medicinales españolas*. «*Hidrología Médica y Climatológica*», I, 59 a 91, 1954.

Se ha hecho un análisis completo de las aguas del Balneario de Insalus. Se han comparado los valores obtenidos con los análisis anteriores. La concentración salina encontrada ha sido menor. Concuerdan los porcentajes de milivales en los cationes; no así en los aniones, donde la discrepancia es debida a los sulfatos. Se han rectificado los datos del contenido en sílice de las aguas de Marmolejo, así como los del contenido en ácido sulfhídrico de los Balnearios de Carballo y Caldas de Cuntis.

Se ha determinado el contenido en magnesio de las aguas del Balneario de Insalus por el método de la oxiquinoleína.

Se han determinado la alcalinidad, grado hidrotimétrico y contenido en cloruro de las aguas minero-medicinales españolas. Se han comparado estos datos con los de análisis antiguos. Se ha encontrado relativa concordancia en los valores de la alcalinidad; en cambio ha habido bastante discrepancia en los datos de clorinidad.

Se han expresado en notaciones modernas los análisis de las aguas de Calzadilla del Campo, Valdeleja, Borines, Bouza, Bañolas, Caldas de Nocado, Arechavaleta, Solares y El Raposo.—L. F.

J. DE SAN ROMÁN ROUYER: *Microcristalización o microsedimentación de las aguas minerales y peloides*. «*Hidrología Médica y Climatológica*», I, 55 a 65, 1954.

El autor, después de más de un millar de exámenes repetidos de diversas aguas minerales, afirma el interés del estudio microscópico de gotas desecadas en estufa a 37 grados de dichas aguas minerales. Repetidos ensayos le llevan a aconsejar una sencilla técnica para este estudio, que cree debe incorporarse a los modernos capítulos de la crenología.

Propone la incorporación de este estudio a las técnicas habituales de análisis, examen de las aguas minerales, obteniendo una microfotografía del microsedimento.

Considera interesantes las técnicas microanalíticas, aplicadas al estu-

dio de estas gotas de agua desecadas, dada la mayor sensibilidad de dichas técnicas.

Cree que debe llamarse a este sistema de estudio «microsedimentación» de las aguas en lugar de microcristalización, y considera que puede llegar a apreciarse la materia orgánica de las aguas, a la que da gran valor.

Afirma que pueden llegar a reconocerse aguas minerales diversas por la microsedimentación de gotas y se pueden, también, diferenciar claramente en muchos casos, mediante este estudio, las aguas minerales artificiales de las naturales. Expone en varias microfotografías algunos de sus estudios y presenta microsedimentaciones escogidas de su numerosa colección obtenida de las aguas minerales españolas.—L. F.

MONTURIOL POUS, J.: *La hidrología cárstica del Plà de les Basses y sus relaciones con la de otras zonas del macizo de Garraf (Barcelona). «Speleón»*. Rev. Esp. de Hidr. Morf. Cars. y Esp., t. V, núms. 1-2. Inst. de Geol. de Oviedo. Oviedo, 1954.

Se describe en este trabajo las características cársticas de la amplia superficie de erosión pontiense situada al E. del Plà del Campgràs, que queda algo más alta. Tal arrasamiento, efectuado en materiales calizo, constituye una zona cárstica de absorción típica con longitud de unos dos kilómetros, por algo más de medio kilómetro de anchura. El estudio morfológico e hidrogeológico es el objeto del presente trabajo.

Comienza el autor haciendo el estudio geomorfológico del Plà de les Basses, fijando el sistema de diaclasas, que es complejo, y que da origen a un sistema E.-W., otro orientado al N. y los intermedios dirigidos hacia el NW. y NE.

Los campos de lapiar se localizan más en relación con los planos de estratificación que con los de diaclasas, que han sido relegados a un papel secundario, faltando el lapiar diaclasado casi en absoluto.

Se describe a continuación las distintas formas cársticas, como son las perforaciones cilíndricas, que se abren en las masas rocosas macizas y las dolinas, dándose la génesis de tales formas, para lo cual se describe un conjunto de tipos, de las cavidades estudiadas, dominando el desarrollo vertical en las centradas en el país, y el horizontal, en cierto modo, en las formas periféricas.

Determina el autor la edad de todo este conjunto de formas, quedando uno datado como formas residuales postpontienses y otro francamente cuaternario.

Se compara las formas descritas con otras ya conocidas del macizo y se indica cuál sea el camino seguido por las aguas, habiéndose dirigido la circulación antigua hacia el NW. y la moderna hacia el SW., calculándose el volumen del agua circulante en unos 1.500 millones de litros al año, aguas que en general vienen a surgir nuevamente en las costas de Garraf.—H.-P.

MINERALOGIA

R. H. S. ROBERTSON, G. W. BRINDLEY y R. C. MACKENZIE: *Mineralogy of kaolin clays from Pugu, Tanganyika*. «American Mineralogist», 39, 118-139, 1954.

Estudian los autores por técnicas de rayos X, térmica, química y de óptica electrónica las arcillas caolínicas de Pugu, Tanganyika. Se incluyen estas formaciones entre las caolinitas bien cristalizadas y también entre los minerales de caolín con eje *b* confuso. Los últimos dan especialmente claro el diagrama de rayos X, lo que ha permitido efectuar un estudio de gran detalle y morfológicamente mostrar placas hexagonales bien formadas. Han medido la capacidad de cambio catiónica tetraedral y octaedral. La principal diferencia química entre ambas arcillas parece relacionada con la proporción de sustitución tetraedral.—L. F.

NUCLEONICA

J. L. WILSON, R. M. FARGUHAN, P. GREENER, R. D. RUSSEL y H. A. SCHILLER: *Estimates of age for some african minerals*. «Nature» CLXIV, 1.006 y 7, 27 noviembre de 1954.

De su estudio sobre las edades de los minerales africanos llegan a las conclusiones siguientes:

a) Las edades obtenidas de los minerales de uranio son las más ciertas cuando coincidan las deducidas por valoraciones químicas e isotópicas.

La pérdida de radio no tiene efecto apreciable en la edad cuando se efectúa la determinación por Pb^{207}/Pb_{206} en minerales viejos y buenos, pero puede dar lugar a errores grandes en los jóvenes y alterados.

b) Las edades deducidas en los feldespatos potásicos y micas por la relación A^{40}/K^{40} son de acuerdo con los anteriores.

c) Los análisis isotópicos de minerales antiguos de plomo, se pueden utilizar para datarlos.

d) Los criaderos minerales, incluyendo galena, sólo dan edades mínimas y sólo las pegmatitas pueden ser mucho más jóvenes que las rocas donde encajan.

e) Todos los minerales mayores de 2.000 m. de a. pertenecen a las zonas con rocas del tipo Keewatin y Timiskaming y con afloramientos graníticos en ellas.

f) Todas las rocas tipo Archeano más jóvenes que 2.000 m. de a. son marcadamente quebradas y fajeadas por pegmatitas.

g) Recomiendan que las denominaciones de Archeano y Proterozoico se utilicen como tipo de rocas, pero no de edad.

h) Consideran que el bloque sólido de los continentes se formó com-

pletamente durante el tiempo geológico y que para formar los continentes fué suficiente 4.000 m. de a.—L. F.

WILLI DANSGAARD: *The O^{18} abundance in fresh water*. «*Geochimica et Cosmochimica Acta*», VI, págs. 241 a 260, 1954.

Las aguas puras de varios orígenes, a diferencia de las oceánicas, tienen variaciones grandes en la proporción de O^{18} . Causados por la temperatura con una considerable disminución en los climas fríos.

Se ha demostrado la diferencia del O^{18} del vapor de agua atmosférica en función de: a), temperatura de precipitación; b), origen del vapor; c), enfriamiento medio del vapor durante la circulación del agua en la naturaleza. Mientras que la abundancia del O^{18} en ciertas precipitaciones posteriores depende de: d), temperatura de condensación; e), el enfriamiento desde el comienzo de la condensación del vapor en cuestión, y f), la evaporación durante el descenso de la precipitación de la nieve. La abundancia de O^{18} en el agua terrestre depende de ciertas localidades: g), de la evaporación de la precipitación hasta que llega a la tierra, y h), del posible cambio de O^{18} entre el agua y oxígeno subsistente en el suelo.

Computaciones de este tipo y medidas de O^{18} en las aguas oceánicas se comparan con las medidas de aguas dulces de varios orígenes.—L. A.

BRODY, J. K.; FRED, M., y TOMKINS, F. S.: *Spectroscopic Assay of Lithium Isotopes. I.—Measurements at High Intensity. II.—Measurements on Small Samples at Low Intensity*. «*Spectrochimica Acta*», 1954, vol. 6, págs. 383-412.

Parte I.—Se describe un método para la determinación de la razón de abundancia Li^7 natural/ Li^6 , en cuyo método las mediciones se efectúan a intensidades relativamente elevadas. La corrección empleada para la auto-absorción se desarrolló a partir de consideraciones teóricas y de observaciones de la razón de intensidad del doblete Li^7 . Para reducir el ensanchamiento Doppler se empleó una fuente de cátodo hueco enfriado por aire líquido. Las líneas λ 6707 se resolvieron empleando el espectrógrafo Paschen-Rungen de 30 pies. También se estudió en el interferómetro Fabry-Perot como instrumento de alta resolución. Se han estudiado los problemas que plantea la realización de mediciones de intensidad precisas con ambos instrumentos de gran resolución y se han realizado las correcciones instrumentales adecuadas. La razón Li^7/Li^6 hallada para el litio normal con reactivos de laboratorio fué de $13,5 \pm 0,2$.

Parte II.—El método de contrastación de isótopos descrito en la parte I se ha modificado para poder hacer determinaciones en muestras de dos microgramos. Con la nueva fuente 6707 puede observarse sin autoabsorción, como se ve por la razón de intensidad del do-

blete hallada para el Li^7 , que es de $2,04 \pm 0,02$. Empleando mezclas de isótopos separados se pone de manifiesto que la razón de intensidad es idéntica a la razón de abundancia en el campo del litio normal. La razón Li^7/Li^6 con sales de litio reactivo de laboratorio resultó ser de $13,5 \pm 0,2$. Este resultado es idéntico al hallado en la parte I, pero es algo superior al valor aceptado actualmente.—L. DE A.

ANÓNIMO: *Table of isotopic analyses of common leads*. «University of Toronto. Department of Physics Geophysics Laboratory», 1954.

Se recopilan en esta interesante tabla las composiciones isotópicas de 167 plomos comunes efectuadas en el Laboratorio de Geofísica de Toronto hasta el 27 de abril de 1954. También se calcula la edad de cada uno de los plomos.—L. DE A.

Report of the committee on the measurement of geologic time 1952-53. «National Academy of Sciences-National Research Council», Washington, 1954.

Se enriquece con este tomo la colección de los interesantes informes de la Comisión de Medida del Tiempo Geológico, el cual está ordenado de manera análoga a los precedentes.

El prólogo del Presidente, J. P. Marble, es un resumen de los progresos sobre dicho tema realizados durante el curso 1952-53.

En el capítulo A se recopila la bibliografía de las publicaciones sobre la materia de su competencia recibidas por la Comisión desde la publicación del anterior.

En el capítulo B se da un resumen de las comunicaciones presentadas a la reunión de 1953 de la Unión Geofísica Americana.

Se comenta en el C, por el Dr. Marble, los trabajos recientes referente a las variaciones isotópicas naturales.

Los análisis de 34 minerales radiactivos brasileños son el objeto del D.

La cooperación del Canadá en esta rama de la ciencia la exponen Robinson y Abbey en el E.

Termina con el capítulo F, el que consta de varias traducciones al inglés de trabajos en otros idiomas, como son: los de rocas y actividades volcánicas del Japón, por Asayama; la valoración de edades geológicas por el método del argón en los petrolitos, por el ruso Fassenkov; la edad de las tectitas, por Gerling y Yashchenko; la edad de los minerales por el método del argón, por Gerling, Ermolin, Baranovskaya y Titov, y la composición isotópica de los plomos y la edad de la Tierra, por Vinogradov, Zadorojni e Ikov; en este último, fechado en 19-VI-52, se desarrollan las ideas sobre la evolución de Th, V y Pb entre la formación de los elementos y de la corteza terrestre, inspirados en ideas

análogas a las que expuso L. de Azcona en 1948, período que en estudios anteriores de varios investigadores no se tenía en cuenta.—L. F.

TRUMAN P. KOHMAN: *Search for new natural radioactibites*. Informe número 3.626. «U. S. A. E. C.», Pensylvania, 1 marzo 1954.

Se da cuenta en esta nota de los estudios acerca de la radiactividad natural del Ca^{48} , V^{50} , Zr^{96} , Cd^{113} , Sb^{123} , Te^{123} , Te^{120} , Nd^{150} , La^{138} y Nd^{144} . Hace el autor comentarios sobre cada uno de los nuclidos y sus aplicaciones a la nucleogeología.—L. DE A.

TRUMAN P. KOHMAN: *Possible geological significance of bound beta decay*. Informe núm. 3.626. «U. S. A. E. C.», Pensylvania, 1 mayo 1954.

Efectúa un estudio de las desintegraciones beta, errores que dan las diferentes aplicaciones para las medidas de edades y sus aplicaciones generales a nucleogeología.—L. DE A.

TRUMAN P. KOHMAN: *Extinct natural radioactivity.—An experimental approach*. Informe núm. 3.626. «U. S. A. E. C.», Pensylvania, 1 mayo 1954.

Después de definir en qué consiste el concepto de radiactividad natural extinguida, estudia su posible aplicación a los diversos elementos que han tenido un período de desintegración del orden de 10^7 a 10^8 años. También hace consideraciones sobre su importancia geotérmica en los primeros momentos de la formación planetaria.—L. DE A.

QUIMICA MINERAL

DUTRA, C. V., y MURATA, K. J.: *Spectrochemical determination of thorium in monazite by the powder-d. c. arc technique*. «Spectrochimica Acta», 1954, vol. 6, págs. 373-82.

El torio contenido en la monacita se determina mediante una técnica de arco de carbón y corriente continua, empleando como patrón interno el circonio. La curva analítica para el Th II 2870.413 Å / Zr II 2844.579 Å se establece por medio de patrones sintéticos que contienen cantidades graduadas de ThO_2 y 0,500 por 100 de ZrO_2 en base de pegmatita (60 partes de cuarzo, 40 partes de microclino y una parte de óxido férrico). Las muestras de monacita se disuelven en una cantidad 14 veces mayor de base de pegmatita, que contiene 0,538 por 100 de ZrO_2 con lo que el contenido en ZrO_2 de la mezcla resultante es también

de 0,500 por 100. Además, tanto los patrones como las monacitas disueltas se mezclan con la mitad de su peso de grafito en polvo. Unos 25 mg. de las muestras preparadas se someten al arco volatilogándolos totalmente 15,5-17,5 amperios. Empleando la disolución en 14 veces antes mencionada, el campo de precisión del método es del 3 al 20 por 100 de ThO_2 en la monacita original. El coeficiente de variación para una sola determinación es del 4 por 100 para un contenido de ThO_2 del 7 por 100. Los ensayos realizados con monacitas analizadas químicamente y con sustancias sintéticas incógnitas muestran un error máximo de ± 10 por 100 del contenido en ThO_2 . Si en lugar de circonio se utiliza niobio como patrón interno se pierde precisión. Si se utiliza platino como patrón interno se alcanzan buenos resultados en cuanto a precisión, pero se origina pronunciada sensibilidad a los efectos de matriz.—L. DE A.

INDICE

	PÁGINAS
Notas hidrológicas, por ANTONIO DUÉ ROJO, S. I.	3
<i>Chilotherium quintanelensis</i> Zbysz., sinónimo de <i>Hispanotherium matritensis</i> (Prado), por J. F. DE VILLALTA y M. CRUSAFONT ...	23
Datos geológicos sobre el nuevo campo petrolífero de Parentis (Francia), por ANTONIO ALMELA y ENRIQUE DUPUY DE LÔME ...	33
Notas fosilíferas pertenecientes a la hoja geológica de Puebla de Guzmán (Huelva), por J. DOETSCH	53
Un yacimiento de caolín sedimentario en la cuarcita armoricana de la Sierra del Pedroso (La Reigada, Avilés, Asturias), por JOAQUÍN GÓMEZ DE LLARENA	73
Nota sobre la diferenciación del Ordoviciense en los Montes de Toledo, por JUAN A. KINDELÁN	93
Acerca de la edad de la facies wealdense del norte de Asturias, por A. ALMELA, JOSÉ M. ^a RÍOS y JOSÉ DE LA REVILLA	111
Estudio geológico de la Sierra de Ricote, por ANTONIO MARTÍN DÍAZ y EMILIO TRIGUEROS MOLINA... ..	133
Noticias	169
Notas bibliográficas:	
Criaderos	179
Geofísica	179
Geografía física	180
Geología... ..	184
Geoquímica	193
Hidrología	195
Mineralogía... ..	197
Nucleónica	197
Química mineral	200