

L/16-1-1

AP 3
23-

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

DE

ESPAÑA

NUMERO 25



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

1952

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.

Discurso del Padre Santo a la Academia Pontificia
de las Ciencias

DISCURSO DEL PADRE SANTO A LA ACADEMIA PONTIFICIA DE LAS CIENCIAS

22 DE NOVIEMBRE DE 1951

Traducción del original italiano por Juan Manuel López de Azcona

Las pruebas de la existencia de Dios a la luz de la ciencia natural moderna.

Esta reunión de la Academia Pontificia de las Ciencias nos ofrece una hora de serena alegría, que agradecemos al Omnipotente, dándonos al mismo tiempo la agradable oportunidad de relacionarnos con un selecto grupo de eminentes purpurados, ilustres diplomáticos y eximios personajes, especialmente con vosotros, Académicos Pontificios, tan dignos de la solemnidad de esta Asamblea, ya que al indagar y descubrir los secretos de la Naturaleza, y al enseñar a los hombres a dirigir sus actividades en su provecho, predicáis al mismo tiempo, con el lenguaje de las cifras, de las fórmulas, de los descubrimientos, las inefables armonías de Dios Sapientísimo.

En realidad, la verdadera Ciencia, en contra de las arriesgadas afirmaciones del pasado, a medida que avanza, va descubriendo más claramente a Dios, como si El estuviese alerta, esperando detrás de cada puerta que la Ciencia abre. Más aún, queremos indicar que de este progresivo descubrimiento de Dios, realizado por el avance del saber, no solamente se aprovecha el científico, cuando piensa como filósofo —que no de otra manera puede hacerlo—, sino también se benefician todos los que participan en los nuevos hallazgos, o los toman como objeto de su consideración; de ma-

nera especial sacan provecho los genuinos filósofos que, tomando como base de sus especulaciones racionales las conquistas científicas, sacan de ellas mayor seguridad en sus conclusiones y más claras ilustraciones en las posibles oscuridades ayudadas más convincentes para dar a las dificultades y objeciones una respuesta cada vez más satisfactoria.

Naturaleza y fundamentos de las pruebas de la existencia de Dios.

Guiado e impulsado de esta forma, el entendimiento humano va al encuentro de aquella demostración de la existencia de Dios, que la sabiduría cristiana reconoce en los argumentos filosóficos, seleccionados a través de los siglos por los gigantes del saber, y que vosotros bien conocéis en la presentación de las cinco vías que el Angélico Doctor Santo Tomás ofrece como itinerario seguro y expedito de la mente hacia Dios. Argumentos filosóficos, hemos dicho; mas no por eso apriorísticos, como los tacha un mezquino e incoherente positivismo. Ellos operan sobre realidades concretas y afirmadas por los sentidos y por la Ciencia, si bien adquieren fuerza probatoria por el vigor de la razón natural.

De tal forma Filosofía y Ciencia se desarrollan con actividades y métodos análogos y conciliables, valiéndose de elementos empíricos y racionales en diversa medida, contribuyendo en unidad armónica, al descubrimiento de la verdad.

Pero si la primitiva experiencia de los antiguos pudo ofrecer a la razón suficientes argumentos para la demostración de la existencia de Dios, al amplificar y profundizar el campo de esta experiencia, brilla más deslumbrante y más nítida la huella del Eterno en el mundo visible. Nos parece, por tanto, interesante examinar nuevamente, sobre la base de los modernos descubrimientos científicos, las clásicas pruebas del Angélico, especialmente aquellas que se toman del movimiento y del orden del Universo (S. Th. I p. 92. art. 3.º); investigar si el conocimiento más profundo de la estructura del macrocosmos y del microcosmos

contribuye y en qué medida a reforzar los argumentos filosóficos; considerar después, por otra parte, si es verdad y hasta qué punto lo es, que hayan sido rebatidos, como se afirma no pocas veces, al haber formulado la Física moderna nuevos principios fundamentales, abolido o modificado conceptos antiguos, cuyo sentido quizás era juzgado antiguamente como fijo y definitivo; como por ejemplo el tiempo, el espacio, el movimiento, la causalidad, la substancia, conceptos sumamente importantes para la cuestión que ahora nos ocupa. Más que de una revisión de las pruebas filosóficas, se trata por tanto aquí de escrutar los fundamentos físicos —y por razón del tiempo nos limitaremos necesariamente a algunos— de los que aquellos argumentos derivan. No hay que temer sorpresas: la ciencia misma no pretende salirse de aquel mundo, que hoy, como ayer, se presenta con aquellos cinco «modos de ser» de donde arranca y toma vigor la demostración filosófica de la existencia de Dios.

Dos notas esenciales, características del Cosmos.

De entre los «modos de ser» del mundo que nos rodea, puestos en relieve con mayor o menor comprensión, pero con igual evidencia por el filósofo y por el sentido común, destacan dos, maravillosamente sondeados, estudiados y profundizados por las ciencias modernas, mucho más de lo que se podía esperar: 1) la mutabilidad de las cosas, comprendido su nacimiento y su fin; y 2) el orden de finalidad, que brilla en cada uno de los ángulos del Cosmos.

La contribución prestada de esta forma por las ciencias a las dos demostraciones filosóficas, que sobre ellas se apoyan, y que constituyen la primera y la quinta vía, es verdaderamente notable. A la primera, la Física especialmente ha proporcionado una cantidad inagotable de experiencias, revelando el hecho de la mutabilidad, en los más profundos rincones de la Naturaleza, donde antes de ahora ninguna mente humana era capaz de sospechar su existencia y su amplitud, y suministrando una multitud de hechos empíri-

cos, que constituyen una valiosísima ayuda al razonamiento filosófico. Ayuda decimos; porque la dirección de estas transformaciones descubiertas por la Física moderna, Nos parece a su vez superar el valor de una simple confirmación y llega casi a conseguir la estructura y el grado de argumento físico, en gran parte nuevo, y para muchos más aceptable, persuasivo y satisfactorio.

Con semejante riqueza, las ciencias, especialmente las astronómicas y biológicas, han aportado en los últimos tiempos al argumento del orden, tal conjunto de conocimientos y una visión, por así llamarla, tan seductora, de la unidad conceptual que anima al Cosmos y de la finalidad que dirige su camino, que para el hombre moderno abren las puertas del gozo que el poeta imaginaba reinar en el Cielo empíreo, cuando vió cómo en Dios «se une, entrelazado con amor en un volumen, lo que en el Universo se encuentra desunido» (Par. 33, 85-87).

Todavía la Providencia ha dispuesto que la noción de Dios, tan esencial a la vida de cada hombre, como fácilmente se puede deducir de una simple mirada sobre el mundo, de manera que no comprender su voz es una necesidad (cfr. Sap. 13, 1-2), reciba su confirmación de todo adelanto y progreso en los conocimientos científicos.

Deseando, por tanto, dar aquí un rápido resumen del precioso servicio que las ciencias modernas prestan a la demostración de la existencia de Dios, nos limitaremos ante todo al hecho de las mutaciones, poniendo de relieve principalmente la amplitud, la extensión y, por así decirlo, la totalidad de lo que la física moderna encuentra en el Cosmos inanimado; a continuación nos detendremos en el significado de su orientación, tal como ha sido igualmente descubierta. Será como aplicar el oído a un pequeño concierto del inmenso Universo que tiene ciertamente bastante voz para cantar «la gloria de Aquel que todo lo mueve» (Part. 1,1).

A. *La mutabilidad del Cosmos.*

Hecho de la mutabilidad.

a) *En el macrocosmos:*

Justamente asombra a primera vista ver cómo el conocimiento del hecho de la mutabilidad ha ido ganando cada vez mayor terreno, tanto en el macrocosmos como en el microcosmos, a medida que las ciencias avanzaban, confirmando con nuevas pruebas la teoría de Heráclito: «Todo fluye»: «panta rei». Como es bien sabido, la misma experiencia cotidiana demuestra una enorme cantidad de transformaciones en el mundo, próximo o lejano, que nos rodea, sobre todo los movimientos locales de los cuerpos. Pero además de estos, verdaderos y propiamente dichos movimientos locales, son igualmente visibles con facilidad los multiformes cambios fisicoquímicos, por ejemplo, la mutación del estado físico del agua, en sus tres fases de vapor, líquido y sólido; los profundos efectos químicos, mediante el uso del fuego, cuyo conocimiento se remonta a la edad prehistórica; la disgregación de las piedras y la corrupción de los cuerpos vegetales y animales. A esta experiencia común viene a añadirse la ciencia natural, que enseñó a comprender estos y semejantes sucesos, como procesos de destrucción o de construcción de las sustancias corpóreas en sus elementos químicos; o sea en sus partes más pequeñas, los átomos químicos. Más aún; avanzando un paso más, pone de manifiesto cómo esta mutabilidad fisicoquímica no queda únicamente restringida a los cuerpos terrestres, según creían los antiguos, sino que se extiende a todos los cuerpos de nuestro sistema solar, y del gran Universo, que con el telescopio, o mejor aun con el espectroscopio, han demostrado están formados por las mismas especies de átomos.

b) *En el microcosmos:*

Contra la indiscutible mutabilidad de la Naturaleza, aun la inanimada, surgía todavía entonces el enigma del inexplorado microcosmos. Parecía en realidad que la materia

inorgánica, a diferencia del mundo animado, era en cierto sentido inmutable. Sus más pequeñas partes, los átomos químicos, podían ciertamente unirse entre sí de las más diversas maneras, pero parecía que gozaban del privilegio de una eterna estabilidad e indestructibilidad, saliendo sin mudanza de todas las síntesis y análisis químicos. Hace cien años aun se juzgaban los átomos como partículas elementales, simples, indivisibles e indestructibles. Lo mismo se pensaba de la energía del Cosmos, sobre todo tomando por base las leyes fundamentales de la conservación de la masa y de la energía. Algunos naturalistas llegaban a creerse autorizados a formular en nombre de su ciencia una fantástica filosofía monística, cuyo mezquino recuerdo está ligado, entre otros, al nombre de Ernst Haeckel. Pero precisamente en su tiempo, hacia fines del siglo pasado, también esta concepción simplista del átomo químico fué superada por la ciencia moderna. El creciente conocimiento del sistema periódico de los elementos químicos, el descubrimiento de las radiaciones corpusculares de los elementos radiactivos, y muchos otros hechos por el estilo, han mostrado cómo el microcosmos del átomo químico, con dimensiones del orden de la diezmillonésima de milímetro, es el escenario de continuas mutaciones, no menos que el macrocosmos, bien conocido por todos.

En la esfera electrónica:

El carácter de la mutabilidad fué descubierto primeramente en la esfera electrónica. Del cortejo electrónico del átomo dimanan radiaciones de luz y de calor, que quedan absorbidas por los cuerpos externos, según el nivel de la energía de las órbitas electrónicas que las originan. En la parte exterior de esta esfera se desarrolla también la ionización del átomo y la transformación de la energía en la síntesis y en el análisis de las combinaciones químicas. Se podía, sin embargo, suponer todavía que estas transformaciones fisicoquímicas dejasen un refugio a la estabilidad, no alcanzando al mismo núcleo del átomo, sede de la masa y de la carga eléctrica positiva, por las cuales queda de-

terminado el puesto del átomo químico en el sistema natural de los elementos, y donde casi creyó encontrarse el tipo de lo absolutamente estable e invariable.

Y en el núcleo.

Pero ya en los albores del nuevo siglo la observación de los procesos radiactivos, que habían de conducir, en último análisis, a una espontánea fragmentación del núcleo, llegaba a excluir este tipo. Descubierta, por tanto, la inestabilidad hasta en los más profundos rincones de la Naturaleza conocida, quedaba todavía un hecho, que dejaba perplejo, pareciendo que el átomo fuese inexpugnable, al menos por las fuerzas humanas, ya que en principio todas las tentativas de acelerar o retardar la desintegración natural radiactiva, o siquiera de fraccionar núcleos no activos, habían resultado fallidas. El primer fraccionamiento, bastante modesto por cierto, del núcleo (del nitrógeno), se remonta solamente a tres decenios, y únicamente hace pocos años ha sido posible, después de gigantescos esfuerzos, realizar en cantidad considerable procesos de formación y de descomposición de los núclidos. Si bien este resultado, que podemos apuntarnos como gloria de nuestro siglo, en cuanto favorece a la paz, solo representa en el campo de la física nuclear práctica un primer paso, sin embargo, una importante conclusión se deduce en favor de nuestro intento: los núclidos son ciertamente, por muchas razones potentes, más firmes y estables que los cuerpos químicos ordinarios; pero, no obstante, también ellos están en principio sujetos a semejantes leyes de transformación, y por tanto son mudables. Al mismo tiempo se ha podido verificar que tales procesos tienen la mayor importancia en el balance energético de las estrellas fijas. En el centro de nuestro Sol, por ejemplo, con una temperatura de cerca de 20 millones de grados, se desarrolla, según Bethe, una reacción en cadena que vuelve a sí misma, en la cual cuatro núcleos de hidrógeno se unen en un núcleo de helio. La energía, que con esto queda libre, viene a compensar la pérdida debida a la irradiación del Sol. También los mo-

dermos laboratorios físicos consiguen efectuar, mediante el bombardeo con partículas dotadas de energía altísima, o con neutrones, transformaciones de núcleos, como puede observarse en el ejemplo del átomo de uranio. A este propósito conviene mencionar también los efectos de la radiación cósmica, que puede fraccionar los átomos más pesados, liberando algunas veces de esta manera enjambres enteros de partículas subatómicas.

Hemos querido citar solamente algunos ejemplos para poner fuera de duda la expresa mutabilidad del mundo inorgánico, grande y pequeño: los miles y miles de evoluciones de la energía, especialmente en las descomposiciones y combinaciones químicas del macrocosmos, y no menos la mutabilidad desde los átomos químicos hasta las partículas subatómicas de sus núclidos.

El eternamente inmutable.

El científico de hoy, dirigiendo su mirada al interior de la Naturaleza, más profundamente que sus predecesores de hace cien años, sabe que la materia inorgánica, en su más íntimo meollo, por así decirlo, está sellada con la propiedad de la mutabilidad y que por eso su ser y su subsistir exigen una realidad enteramente diversa e inmutable por naturaleza.

Así como en un cuadro en claroscuro las figuras resaltan sobre el fondo ensombrecido, obteniendo sólo en tal forma el pleno efecto de plástica y de vida, así también la imagen del eternamente inmutable emerge clara y resplandeciente del torrente que arrastra consigo, en una intrínseca mutabilidad, que jamás cesa, a los agentes materiales del macrocosmos y del microcosmos. El científico, que contempla este inmenso torrente, se satisface en aquel grito de verdad con que Dios se definió a Sí mismo: «Yo soy el que soy» (Ex. 3,14), y a Quien el Apóstol alaba como a «Pater luminum, apud Quem non est transmutatio neque vicissitudinis obumbratio» (Jac. 1,17).

B. *La dirección de las transformaciones.* (*)

a) *En el macrocosmos: la ley de la entropía.*

La ciencia moderna no ha extendido y profundizado solamente nuestros conocimientos sobre la realidad y la amplitud de la mutabilidad del Cosmos; nos ofrece también preciosas indicaciones acerca de la dirección, según la cual se realizan los procesos en la Naturaleza. Se pensaba hace aún cien años, especialmente después del descubrimiento de la ley de la constancia, que los procesos naturales fuesen reversibles —o mejor, determinación— de la Naturaleza, se creía posible una continua renovación y rejuvenecimiento del Cosmos. Con la ley de la entropía, descubierta por Rodolfo Clausius, se vino a saber que los procesos espontáneos naturales están siempre unidos a una disminución de la energía libre utilizable, lo que en un sistema material cerrado debe conducir, finalmente, a la terminación de los procesos en la escala macroscópica. Este destino fatal, que solamente hipótesis, tal vez demasiado gratuitas, como la de la creación continua supletoria, se esfuerzan por ahorrar al Universo, mientras que, por el contrario, la experiencia científica positiva exige elocuentemente la existencia de un Ser necesario.

b) *En el microcosmos:*

En el microcosmos esta ley, estadística en el fondo, no tiene aplicación, y además, al tiempo de su formulación, no se conocía casi nada de la estructura y de la acción del átomo. Sin embargo, la investigación más reciente sobre el átomo y, del mismo modo, el inesperado desarrollo de la astrofísica, han hecho posibles en este campo sorprendentes investigaciones. El resultado no puede enunciarse aquí más que brevemente, y es que incluso el desarrollo

(*) Esta parte y las siguientes fueron leídas por el Padre Santo.

atómico e interatómico tiene señalado un sentido de dirección.

Para ilustrar este hecho bastará recurrir al ya mencionado ejemplo de la acción de las energías solares. El cortezo electrónico de los átomos químicos en la fotosfera del Sol, lanza cada segundo una gigantesca cantidad de energía radiante al espacio circundante, del cual ya no vuelve. La pérdida está compensada desde el interior del Sol por medio de la formación de helio a partir del hidrógeno. La energía que con esto se engendra proviene de la masa de los núcleos de hidrógeno, la cual en este proceso en una pequeña parte (7 por 1.000) se convierte en energía equivalente. El proceso de compensación, por lo tanto, se desarrolla a costa de la materia, que originariamente existe como masa en los núcleos de hidrógeno. Así dicha materia, en el curso de miles de millones de años, se transforma lenta, pero irremediablemente, en radiaciones. Una cosa semejante acontece en todos los procesos radiactivos, tanto naturales como artificiales. También aquí, por consiguiente, en el reducido y propio microcosmos encontramos una ley que indica la dirección de la evolución, y que es análoga a la ley de la entropía en el macrocosmos. La dirección de la evolución espontánea se determina mediante la disminución de la energía disponible en el núcleo, y hasta ahora no se han conocido procesos que podrían compensar o anular tal empobrecimiento por medio de la formación espontánea de núclidos de valor energético alto.

C. *El Universo y su desarrollo:*

En el futuro.

Si el científico vuelve, por lo tanto, su mirada desde el estado presente del Universo al futuro, por muy lejano que sea, se ve obligado a encontrar, tanto en el macrocosmos como en el microcosmos, el envejecimiento del mundo. En el curso de miles de millones de años, las cantidades de núclidos aparentemente inagotables pierden la energía uti-

lizable, y la materia se asemeja, hablando en sentido figurado, a un volcán apagado hecho escoria. Y viene a la mente el pensamiento de que si el presente Cosmos, hoy tan rebosante de ritmo y de vida, no es capaz de dar razón de sí mismo, como se ha visto, mucho menos podrá hacerlo con el transcurso del tiempo, sobre el que pasará, a su modo, la sombra de la muerte.

Y en el pasado.

Vuélvase ahora la mirada al pasado. Conforme se retrocede, la materia se presenta más y más rica de energía libre y teatro de grandes convulsiones cósmicas. Así, todo parece indicar que el Universo material ha tenido, desde tiempo no infinito, un poderoso principio, provisto como estaba de una abundancia de reservas energéticas incalculablemente grandes, en virtud de las cuales, primero rápidamente, luego con progresiva lentitud, ha evolucionado hasta el estado presente.

Salta así a la mente dos preguntas espontáneas: ¿Puede la ciencia decir cuándo acaeció este potente principio del Cosmos? Y ¿cuál era el estado inicial, primitivo, del Universo?

Los más excelentes técnicos de la Física atómica, en colaboración con los astrónomos y los astrofísicos, se han esforzado por esclarecer estos dos arduos y de sobremanera interesantes problemas.

D. *El principio en el tiempo.*

Para obtener algunas cifras, que no pretenden otra cosa sino expresar la grandeza con que se intenta designar el comienzo de nuestro Universo, o sea su principio en el tiempo, la ciencia dispone de varios caminos, bastante independientes entre sí y, sin embargo, convergentes, que brevemente indicaremos:

1) *El alejamiento de las nebulosas espirales o galaxias.*— El examen de numerosas nebulosas espirales, llevado a cabo especialmente por Edwin E. Hubble en el Mount Wilson Ob-

servatory, llegó al significativo resultado, tomado con las debidas reservas, de que estos lejanos sistemas de galaxias tienden a separarse uno del otro con tal velocidad, que la distancia entre dos de esas nebulosas se duplica en el transcurso de cerca de 1.300 m. a. Si se mira retrospectivamente el tiempo de este proceso del «Expanding Universe», resulta que, hace de mil a diez mil m. a., cuando los procesos cósmicos tuvieron comienzo, la masa de todas las nebulosas espirales se encontraba contenida en un espacio relativamente reducido.

2) *La edad de la corteza sólida de la tierra.*—Para calcular la edad de los elementos originarios radiactivos, existen datos muy aproximados, tomados de la transmutación del uranio 236, en plomo 206 (RaG), del uranio 235 en plomo 207 (AcD), y del torio 232 en plomo 208 (ThD). La masa de helio que con esto se formó, puede servir para verificación de la edad. De forma análoga resulta que la edad media de los minerales más antiguos es menor de cinco mil m. a.

3) *La edad de los meteoritos.*—El método precedente, aplicado a los meteoritos para calcular su edad, ha dado poco más o menos la misma cifra de cinco mil m. a. Resultado este que adquiere especial importancia desde el momento en que hoy admiten todos, generalmente, el origen interestelar de los meteoritos.

4) *La estabilidad de los sistemas de estrellas dobles y de los grupos de estrellas.*—Las oscilaciones de la gravitación en estos sistemas, como el roce de las mareas, reducen de nuevo su estabilidad entre los términos de cinco mil a diez mil m. a.

Si estas cifras pueden causar admiración, sin embargo, no dan ni siquiera al más sencillo de los creyentes un concepto nuevo y diverso del que ha aprendido en las primeras palabras del Génesis: «In principio», esto es, el comienzo de las cosas en el tiempo. A estas palabras dan ellas una expresión concreta y casi matemática, mientras que un consuelo más brota de ellas para los que, con el Apóstol, estiman la Escritura, divinamente inspirada, que es siem-

pre útil, «ad docendum, ad arguendum, ad corripiendum, ad erudiendum» (II Tin. 3,16).

E. *El estado y la cualidad de la materia original.*

Con igual empeño y libertad de investigación, los sabios han aplicado su audaz ingenio, no sólo a deducir la edad del Cosmos, sino también a la cuestión ya indicada y ciertamente más ardua, del estado y cualidad de la materia primitiva.

Según las teorías que se toman como base, los cálculos relativos difieren no poco entre sí. Todavía los científicos están de acuerdo en opinar que, excepto la masa, tanto la densidad, como la presión y la temperatura, deben haber llegado a valores verdaderamente enormes, como se puede ver en el reciente trabajo de A. Unsöld, Director del Observatorio de Kiel («Kernphysik und Kosmologie», en «Zeitschrift für Astrophysik», 24. B., 1948, pág. 278-305). Sólo con estas condiciones se puede comprender la formación de los núclidos pesados y su relativa frecuencia en el sistema periódico de los elementos.

Por otra parte, la inteligencia, ávida de verdad, insiste con razón en la pregunta de cómo la materia ha podido llegar a un estado semejante, tan inverosímil a nuestra ordinaria experiencia de hoy, y qué es lo que la ha precedido. En vano se esperaría una respuesta de las ciencias naturales, que declaran lealmente encontrarse delante de un enigma insoluble. Es verdad que se exigiría demasiado de las ciencias naturales como tales; pero es igualmente cierto que el espíritu humano, versado en la meditación filosófica, penetra más profundamente en el problema.

Es innegable que una mente, iluminada y enriquecida con los modernos conocimientos científicos, considerando serenamente este problema, no puede menos de romper el cerco de una materia totalmente independiente y autóctona, bien porque sea increada, o porque sea creada por sí misma, y elevarse a un Espíritu creador. Con la misma mirada, limpia y crítica, con que examina y juzga los hechos, pro-

fundiza y reconoce la obra de la Omnipotencia creadora, cuya virtud, agitada por el potente «Fiat», pronunciado hace varios miles de millones de años por el Espíritu creador, se extendió por el Universo, llamando a la existencia, con un gesto de generoso amor, a la masa exuberante de energía. En realidad, parece que la ciencia moderna, saltando de un golpe millones de siglos, haya logrado hacerse testigo de aquel primordial «Fiat lux», cuando de la nada brotó, en la materia, un mar de luz y de radiaciones, mientras los elementos químicos se expandieron y reunieron en millones de galaxias.

Es verdad que de la creación en el tiempo no son argumentos decisivos los hechos hasta ahora comprobados, como lo son, por el contrario, los tomados de la metafísica y de la revelación, en cuanto a la simple creación, y de la sola revelación, si se trata de la creación en el tiempo. Los hechos concernientes a las ciencias naturales, a que nos hemos referido, esperan todavía mayores investigaciones y confirmaciones, y las teorías fundadas sobre ellos necesitan nuevos desarrollos y pruebas, para ofrecer una base segura a una argumentación, que de suyo está fuera del campo propio de las ciencias naturales.

A pesar de esto, es digno de consideración el que los modernos cultivadores de estas ciencias estimen la idea de la creación del Universo completamente conciliable con su concepción científica; más aún, que hayan sido conducidos hacia ella por sus propias investigaciones; siendo así que hace pocos decenios, esta «hipótesis» venía rechazada como absolutamente inconciliable con el estado presente de la ciencia. Aún en 1911 el célebre físico Svante Arrhenius declaraba que «la opinión de que pudiera nacer algo de la nada está en contraste con el estado presente de la ciencia, según la cual la materia es inmutable» (*Die Vorstellung vom Weltgebäude in Wandel der Zeiten*, 1911, pág. 362). Así también son de Plate las frases: «La materia existe. De la nada, nada nace: por consiguiente, la materia es eterna. Nosotros no podemos admitir la creación de la ma-

teria» (*Ultramontane Weltanschauung und moderne Lebenskunde*, 1907, pág. 55).

Cuán diverso y cuán más fiel reflejo de grandes visiones es, por el contrario, el lenguaje de un moderno científico de primer orden, Sir Edmund Whittaker, Académico Pontificio, cuando habla de las investigaciones indicadas anteriormente sobre la edad del mundo: «Estos diferentes cálculos llevan a la conclusión que hubo una época, hace 10^9 o 10^{10} años, antes de la cual el Cosmos, si existía, existía de una forma totalmente diversa de cuanto podemos imaginar; de manera que esta época representa el último límite de la ciencia. Podemos quizás referirnos a ella, sin impropiedad, como a la época de la creación. Proporciona un fondo concorde a la vista del mundo, sugerido por la evidencia geológica, de que todo organismo existente sobre la tierra ha tenido principio en el tiempo. Si este resultado se viese confirmado por futuras investigaciones, podría llegar a ser considerado como el más importante descubrimiento de nuestra época, ya que representa un cambio fundamental en la concepción científica del Universo, semejante al efectuado hace cuatro siglos por Copérnico». (*Spase and Spirit*, 1946, págs. 118-119).

Conclusión.

¿Cuál es, por tanto, la importancia de la ciencia moderna con respecto al argumento de la existencia de Dios, tomado de la mutabilidad del Cosmos? Por medio de investigaciones exactas y detalladas en el macrocosmos y en el microcosmos, la ciencia ha ensanchado y profundizado considerablemente el fundamento empírico sobre el que se basa aquel argumento, y del cual se concluye la existencia de un «Ens a Se», inmutable por naturaleza. Además se ha seguido el curso y la dirección de los desarrollos cósmicos, y así como ha previsto su término fatal, así también ha señalado su principio en un tiempo de hace unos cinco mil m. a. (*), con-

(*) Puede ser errata y querer decir «veinte mil m. a.»

firmando con exactitud propia de las pruebas físicas la contingencia del Universo y la fundada deducción de que el Cosmos haya salido de las manos del Creador antes de aquella época.

Por tanto, la creación en el tiempo, y por eso mismo un Creador: o sea ¡Dios! Es la voz, si bien ni explícita ni exacta, que nosotros pedíamos a la ciencia, y que la presente generación humana espera de ella. Es una voz que brota de la madura y serena consideración de un solo aspecto del Universo, o sea de su mutabilidad; pero es ya suficiente para que la humanidad entera, ápice y expresión racional del macrocosmos y del microcosmos, adquiriendo conciencia de su alto Hacedor, se considere como cosa suya en el espacio y en el tiempo, y cayendo de rodillas ante su soberana Majestad, empiece a invocar su nombre: «Rerum, Deus, tenax vigor, — inmotus in Te permanens, — lucis diurnae tempora — successibus determinans». (Del Himno de Nona).

El conocimiento de Dios, como único Creador, común a muchos modernos científicos, es también el extremo límite que puede alcanzar la razón natural; pero no constituye, — como bien lo sabéis —, la última frontera de la verdad. Del mismo Creador, encontrado por la ciencia en su camino, la filosofía, y mucho más la revelación, en colaboración armónica, ya que las tres son instrumentos de la verdad, como rayos de un mismo sol, contemplan la substancia, revelan los contornos y diseñan las semblanzas. Sobre todo, la revelación da de El la presencia casi inmediata, vivificante, amorosa, como es aquella que el simple creyente o el científico descubre en lo íntimo de su espíritu, cuando repiten sin titubear las concisas palabras del antiguo Símbolo de los Apóstoles: «Credo in Deum, Patrem Omnipotentem, Creatorem caeli et terrae!»

Hoy, después de tantos siglos de civilización, porque son siglos de religión, no es que sea necesario descubrir a Dios por vez primera, pero urge sentirlo como Padre, reverenciarlo como Legislador, temerlo como a Juez. Urge, para la salvación del mundo, que todos adoren a su Hijo, amoroso Reden-

tor de los hombres, y se dejen llevar por los suaves impulsos del Espíritu, fecundo Santificador de las almas.

Esta persuasión, que toma sus más lejanas raíces de la ciencia, está coronada por la fe, la cual, si está bien arraigada en la conciencia de los pueblos, podrá realmente ocasionar un progreso fundamental al avance de la civilización.

Es una visión total, del presente y del futuro, de la materia y del espíritu, del tiempo y de la eternidad, que al iluminar las inteligencias ahorrará a los hombres de hoy una larga noche de tempestades.

Es aquella fe que Nos hace en este momento elevar a Aquel, que hace poco invocamos como «Vigor, Immotus, e Pater», la ferviente súplica para todos sus hijos, confiados a Nuestra custodia: «Largire lumen vespere, — quo vita nusquam decadat» (loca citada): luz para la vida temporal, luz para la vida eterna.

Característica general del Terciario continental
de la llanura del Guadiana

POR

FRANCISCO HERNANDEZ-PACHECO

FRANCISCO HERNANDEZ-PACHECO

CARACTERISTICA GENERAL DEL TERCIARIO
CONTINENTAL DE LA LLANURA
DEL GUADIANA

ANTECEDENTES

La llanura extremeña, a lo largo del ancho valle del Guadiana, está ocupada por sedimentos terciarios de origen continental, pero si comparamos estas formaciones con las de la meseta veremos que ofrecen características muy diferentes a las que constituyen el terciario de Castilla.

Por otra parte, sólo sabemos que corresponden al terciario por la posición que ocupan y por las relaciones que guardan con la red fluvial, pues desgraciadamente hasta ahora no se han encontrado en tales sedimentos, resto alguno fosilífero que fije con más exactitud su posición estratigráfica.

Ya desde antiguo se supuso que los materiales sedimentarios que formaban esta gran llanura extremeña, que a veces se sale del verdadero dominio del valle del Guadiana, debieran corresponder a formaciones terciarias, pero, como veremos, no se tenía idea clara de tales sedimentos. Fueron dados como de edad muy diferente y comparados con otros que nada tenían que ver con ellos, como ya hizo

Le Play (1-2) y Luján (4), que los relacionaron con el terciario del valle del Guadalquivir, confundiendo no sólo la edad, sino el origen de tales formaciones. Posteriormente trata de estas mismas formaciones Gonzalo Tarín (4), que en realidad poco nos dice, pues se ocupa muy de pasada del conjunto terciario.

Así, traduciendo a Le Play, en relación con las formaciones antiguas de la margen izquierda del Guadiana, dice: «Terminan a poca distancia y por encima de Orellana, entre este pueblo y la villa de La Serena. A partir de este punto hasta su entrada en Portugal, el río corre en un país bajo, bordeado de algunas pequeñas colinas; el suelo de esta llanura, formado de terreno de transporte del que ya he hablado frecuentemente, ofrece casi en todas partes una gran fertilidad; se encuentran aquí muchas villas populosas que encierran muchas ruinas romanas bien conservadas. Don Benito, Medellín, de donde es Hernán Cortés, Villanueva de la Serena, Mérida, Talavera, Badajoz, indican bastante bien, por su posición, la extensión del terreno terciario. Los alrededores de las cuatro primeras villas, proporcionan al resto del país una gran variedad de productos agrícolas; los labradores me han asegurado frecuentemente que las tierras cultivadas en seco aquí rinden comúnmente 30 granos por uno. La llanura de La Serena es, sin contradicho, una de las más fértiles de España.

Se encuentra un corte bastante bueno del paso de los terrenos antiguos que forman los pasturajes de La Serena a los terrenos terciarios de Badajoz, pasando por Castuera, Quintana, Guareña, Calamonte, La Sierra de San Serván, Lobón, Talavera y Badajoz, pero si se renuncia a visitar la llanura de La Serena y los bordes del

río, se recogerá sin duda hechos interesantes dirigiéndose a Badajoz por la Sierra de Hornachos, atravesándose seguidamente las ricas llanuras terciarias de Villafranca y Almendralejo, que forman hacia el S. un golfo profundo en el terreno de transición (*).

Badajoz, capital de Extremadura, está situada sobre una pequeña cadena de colinas terciarias transversales al Guadiana; este río parece aquí haberse abierto un paso a viva fuerza; esto es lo que indica al menos los escarpes entre los cuales está encajado, en una extensión de una centena de metros. Yo he recogido numerosos hechos curiosos en estas colinas, donde las capas han sido perfectamente levantadas y donde las dislocaciones de una caliza conchífera, que pasa a bancos potentes de dolomía, están en conexión íntima con infiltraciones de rocas cristalinas con dialaga e hiperstena; estas últimas rocas se presentan también muy frecuentemente en otras partes de Extremadura, netamente cerca de Alburquerque, de Guareña, de Almadén, Cazalla, etc.

Los asomos terciarios de la llanura del Guadiana se extienden hacia el NNW., y como la carretera de Badajoz a Alburquerque van paralelamente a la frontera portuguesa. La cadena de montañas, donde el Castillo de Alburquerque ocupa uno de los puntos más elevados, sirve de límite hacia el N. a esta formación y presenta sobre su vertiente occidental las mismas alternancias de esquistos y de rocas cuarcíticas que yo he señalado en el SE. de Extremadura.»

Como se ve, Le Play observó bien todo este país, pero como era natural tuvo, al interpretar los hechos varias

(*) Así denominaba a las formaciones antiguas muy metamorfizadas.

confusiones, siendo la fundamental en este caso la que está en relación con las calizas cambrianas de los alrededores de Badajoz, que representan sin duda al piso acadense y que él tomó como materiales terciarios muy plegados por «revolución» orogénica.

En relación con los niveles de calizas conchíferas, que están en asociación con los materiales cámbricos, tomados por Le Play como terciarios, nada hemos podido encontrar y suponemos que no sean sino masas calizas de segunda formación, que encierran moluscos actuales y que pudieran haber rellenado en parte huecos y grietas de las calizas cambrianas; formación que, por lo tanto, correspondería a depósitos ya de época cuaternaria.

En el tomo VI de la misma publicación, del año 1834, vuelve Le Play a insistir sobre cuestiones geológicas en relación con Extremadura (2).

Así, al tratar de los valles y llanuras y en especial de las llanuras del Guadiana, dice: «Es importante señalar aquí que el terreno terciario se eleva algunas veces a una gran altura por encima de las aguas del Guadiana, tanto en Lobón, donde da origen a restos de mesetas elevadas aproximadamente 60 metros, cuya superficie está tan unida que parece nivelada artificialmente, como en Guareña, donde constituye un suelo desigual en el que aquí y allá aparecen rocas cristalinas de naturaleza peculiar.»

Más adelante, al referirse al terciario de España, indica en relación con la cuenca del Guadiana: «El terreno de transporte de la cuenca de Badajoz, está principalmente formado por conglomerados y de cantos rodados con arcillas, formando mesetas que alcanzan 60 a 80 metros por encima del Guadiana. Tal es la meseta con superficie horizontal sobre la cual está situada la villa de Lobón,

al E. de Badajoz. Los fragmentos de conglomerados están en general formados de cuarcitas, de grauwacas, de esquistos y de otras rocas de transición, que se ven aún en su sitio en el país; los gruesos cantos rodados al contrario y netamente aquellos que se encuentran en la cuenca del río Gargáligas presentan comúnmente como materia dominante las cuarcitas rojizas granudas, que no se las ve en ninguna parte en su sitio y que parecen haber llegado aquí después de un largo transporte.

Las llanuras bajas de La Serena y las que bordean frecuentemente las dos riberas del Guadiana, hasta las colinas de Badajoz, están compuestas de arena cuarzosa extremadamente fina. En fin, las colinas que están cerca del mismo río, en los alrededores de Guareña y Villa Gonzalo, están principalmente formadas por estos terrenos arcillosos con o sin cantos rodados, tan renombrados por su fertilidad y conocidos en el país bajo el nombre de *tierra de Barros*.»

Se puede fácilmente comprender que estas masas de conglomerados y de cascajos que cita Le Play son, sin duda, o las rañas Pliocenas o los materiales resultantes de la destrucción de las mismas y que dan origen al terreno rañizo, que tanta extensión alcanza en parajes diversos de Extremadura.

También se ocupa Le Play de la célebre «Tierra de Barros» que, como veremos, tiene significación muy diferente según las zonas o parajes donde se estudien estos suelos, pues ofrecen características y origen muy variado.

Asimismo Le Play trató de fijar los movimientos o revoluciones que ha sufrido el país a lo largo de su historia geológica. En relación con tales fenómenos, este autor tuvo en aquella época ideas completamente erróneas. Así dice: «Yo he indicado que la cuenca terciaria de Ba-

dajoz reposa inmediatamente sobre el terreno de transición; se deduce que las calizas lacustres que parecen ser la parte inferior de esta formación, se depositaron en una cuenca que no existía antes del período terciario; esta circunstancia es un nuevo indicio de movimientos acaecidos en el suelo en época cuaternaria. Por lo que atañe a las revoluciones que de nuevo han cambiado la configuración del suelo de Extremadura, al comienzo del período actual, su existencia me parece suficientemente probada, independientemente de toda hipótesis, por la situación casi vertical de las margas y calizas de agua dulce de Badajoz.»

Dos errores fundamentales tiene Le Play en este caso. Es el primero el no existir en ninguna de estas zonas calizas lacustres terciarias, pues, como veremos, los niveles calizos son muy raros, y cuando existen tienen origen muy especial y siempre están muy localizados.

Por otro lado, todo el artificio que presenta para fundamentar los movimientos acaecidos en el país en tiempos recientes no tienen fundamento, pues los materiales calizos, que él suponía terciarios, calizas lacustres, son cambrianas.

Posteriormente, hasta los tiempos de Gonzalo Tarín, sólo Luján (3) se ocupó directamente del terciario de la cuenca del Guadiana, y si algo se dijo de tales formaciones se tuvo por base lo dicho por Le Play, y rara vez las observaciones directas sobre el terreno, siempre estudiados con ideas preconcebidas.

Gonzalo Tarín (3), en 1879 al estudiar los campos de Badajoz, da ya un mapa esquemático de la distribución de las formaciones, que en relación con el terciario, es poco exacto, pues abarca, entremezcla y confunde estos

terrenos con los cuaternarios y no llega a establecer una seriación de estos conjuntos.

Lo primero que se desprende por esto, es que se confunden los materiales terciarios, propiamente dichos, con los resultantes por alteración de rocas contiguas sedimentarias, tales como pizarras, calizas y la sufrida por materiales eruptivos, lo que explica, se supusiera que tal formación terciaria tuviese un desarrollo superficial y mucho mayor del que ofrece en realidad, como vamos comprobando en la actualidad. Se dieron por materiales terciarios, las formaciones superficiales, los suelos cargados de carbonato de cal, debidos a fenómenos de capilaridad y evaporación de las aguas subterráneas, que nada tienen que ver con verdaderos sedimentos detríticos terciarios y que constituyen suelos especiales como son los Barros.

Hubo un largo período de transición hasta que volvieron de nuevo a ser estudiadas estas formaciones terciarias extremeñas, que permanecieron figurando en amplias zonas y en los mapas de la época, como cuaternarias. Ya en el siglo actual se comenzó a estudiar con detenimiento el terciario continental de Castilla (5-6 y 8), desarrollándose ampliamente los estudios paleontológicos de estas formaciones. Así, al iniciarse nuevamente el análisis de los sedimentos modernos del valle del Guadiana, ya se tenían muchos datos para situarlos estratigráficamente con cierta certeza, pero siendo siempre grave inconveniente la falta de fósiles en las formaciones terciarias de Extremadura.

En época muy reciente y después de haberse recorrido con cierto detenimiento los campos de Badajoz, pudo deducirse que, además de los sedimentos dados como mioceños y que ofrecen gran variedad, otras formaciones más

inferiores tenían, por sus características litológicas, rasgos muy semejantes en amplias zonas, con otras situadas fundamentalmente a lo largo de la frontera portuguesa, tanto en Badajoz como por Cáceres y Salamanca, donde la llanura aparecía constituída por masas de areniscas de tipo arcósico. Tal es lo que se observa cerca de Badajoz, en los valles del Caya, Gévora y Zapatón; en Cáceres, especialmente a lo largo del Alagón cerca de Coria; en los alrededores de Navalmoral de la Mata y cercanías del Puente sobre el Tajo de Alconetar, siendo sin duda donde mejor se presenta este conjunto en los alrededores de Lobón, paraje en el que se muestra bien el nivel arcósico, superpuesto a otro arcilloso y muy homogéneo, sobre el cual corre el Guadiana. (Lám. I.)

Al E. de Badajoz, hacia los límites con Ciudad Real, estos materiales vuelven a presentarse muy típicos por los campos de Herrera del Duque y Puebla de Alcocer, y en especial en el pueblo de Castilblanco, lo que nos indica que tales depósitos alcanzaron gran extensión y que hoy han desaparecido en amplias zonas, debido a fenómenos erosivos, prolongados e intensos.

Teniendo éstos en cuenta, el Prof. Hernández-Pacheco (E.) publicó no hace mucho (12) un trabajo en el que se describe el paleogeno continental del occidente peninsular, dándose pormenores de este terreno en Extremadura, que como se ha indicado, se ofrece muy típico en los altos tajos que la erosión del Guadiana ha originado en el terreno, en el mismo Lobón, pueblo situado al borde y al Sur del ancho valle del río.

En relación con estos depósitos, el citado geólogo dice: «Se extienden en manchones extensos desde Astorga a Zamora por Salamanca y Ciudad Rodrigo. Se in-

terrumpan los depósitos en la Sierra de Gata y reaparecen al S. en la provincia de Cáceres, por Coria y diversas localidades del valle del Alagón. Se observan también al N. del Tajo, en los bordes de la vega del Guadamiel, afluente del gran río, descansando directamente sobre las pizarras cámbricas y cortados por las trincheras de la carretera y del ferrocarril, entre las estaciones del Río Tajo y Cañaveral, estando formados estos depósitos oligocenos por aluviones arcilloso-arenáceos, rojizos y grisáceos, con lentejones de cantos rodados y gravas de cuarcitas blancas. Barridos los depósitos terciarios por la erosión, saltan los testigos residuales del Oligoceno continental más asuso de la corriente del Tajo y siempre al N. de éste, entre Almaraz y Navalmoral de la Mata, señalando aquí los límites occidentales de la fosa tectónica madrileña y de su relleno por depósitos terciarios. Se vuelven a interrumpir tales depósitos al S. del Tajo, no existiendo en el ámbito de la meseta Trujillano-Cacereña, ni en la serranía, prolongación de los Montes de Toledo, que establecen divisoria entre Tajo y Guadiana.

En el valle del Guadiana surgen otra vez los depósitos en cuestión entre Elvas y Badajoz, en el cauce del Caya, extendiéndose hacia el E. y S. y adquiriendo notorio relieve en Lobón, donde sirven de escarpada margen meridional al gran río extremeño. Los depósitos pliocenos de los colmatados lagos de esta época, Augustano y Sereniano, impiden reconocer la presencia en la amplia depresión del valle fluvial de tales materiales paleogenos, si es que existen; pero muy asuso, cerca de los Montes de Toledo, en pleno territorio silúrico, destaca la colina, de laderas escarpadas y cumbre plana, sobre la que está edificado el pueblo de Castilblanco, en

el borde de extensas rañas. El cerro de Castilblanco, de litología del tipo de los de Lobón, y en general de las características del paleogeno castellano, es un cerro testigo de esta edad, que ha escapado a la erosión. Probablemente bajo la cobertera de cascajos y aluviones de las amplias rañas que se extienden hacia el N. hasta la base de los Montes de Toledo, una prospección geológica encontraría los depósitos del paleogeno y quizá del mioceno, estableciendo el límite estratigráfico inferior de las singulares formaciones pliocenas que constituyen las rañas.»

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERCIARIO EXTREMEÑO

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente indicado, veamos cuáles son las características fundamentales de tales sedimentos, una vez recorrida la región y estudiados sus rasgos litológicos generales.

En primer lugar, se diferencian acentuadamente del terciario castellano, por no existir en estas zonas extremeñas los niveles calizos de gran potencia y los depósitos de margas yesosas, que dan el carácter al terciario de la Meseta (5-7), que es igualmente continental y que queda en sus avances más hacia occidente, relativamente próximo a la extensa llanura del Guadiana.

Tampoco se encuentran las masas de conglomerados de base, que en Castilla y Aragón dan especial carácter a tales formaciones y prescindiendo de las calizas, las margas yesíferas y conglomerados del terciario castellano, este otro extremeño ofrece rasgos intermedios entre el castellano y el de Aragón, éste, rico en niveles de areniscas, y aquél con abundancia de niveles arcillosos. En su con-

junto tiene tal formación extremeña gran uniformidad y aspecto peculiares, pues aparece constituida por masas detríticas en las que faltan los derrubios de gruesos elementos, así como los depósitos ricos en materiales salinos, depositados en otras zonas por las aguas, como producto de leixibiación de amplios espacios que circundaban a las cuencas sedimentarias y en donde tales materiales abundaban.

Todos estos materiales terciarios extremeños están dispuestos sensiblemente horizontales y concordantes entre sí los diversos niveles, si bien la formación en su conjunto no sea absolutamente continua, pues se observan discordancias erosivas, pudiendo en algunas distinguirse claramente la superficie de discontinuidad que las separa (figs. 1 a 4).

Las cuencas o depresiones rellenas con estos sedimentos terciarios no son muy profundas, siendo muy probable que rara vez alcancen los sedimentos, a partir de su superficie actual, los 200 metros de potencia. Por otro lado, tales depresiones, que son fundamentalmente erosivas, son pandas, poco acentuadas, pudiendo en algún caso y en determinados lugares, estar limitadas por fallas, que separan la llanada ocupada por el terciario, de los territorios quebrados que los rodean, principalmente por el N., hacia donde aparece el paleozoico inferior, preponderantemente pizarroso-cuarcitoso.

En este país y rodeando a las cuencas terciarias, faltan las formaciones secundarias, tan ricas en materiales calizos, calizo-margosos y en depósitos de yeso, a lo que es debido el peculiar carácter del conjunto terciario extremeño, eminentemente detrítico y formado casi exclusivamente por arcillas, arcillas-arenosas y arcosas, y en su-

perficie, por canturrales sueltos o semisueltos, más o menos entremezclados con arcilla. La formación se inicia en su base, sin masas importantes de conglomerados, pues a lo sumo, en tales niveles aparecen cascajos menudos, cuarcitosos, entremezclados con arenas lavadas.

Tal fenómeno es debido a la ausencia de fuertes desniveles o, por lo menos, a lo suave del relieve desde tiempos muy antiguos, relieve muy caracterizado por la presencia de serratas, más o menos seguidas coronadas por masas de cuarcita, a expensa de las cuales y sólo en sus inmediaciones, se formaron grandes acúmulos de derrubios, con cantos a medio rodar, que dieron lugar a aureolas de escombros situados a la vera de las sierras y al comienzo de la llanura, originándose así los cascajares que hoy forman las rañas, los cuales pudieron también rellenar en parte las vallonadas existentes entre los cerrados valles que dan, con sus formas planas y en mesa, aspecto muy especial al país (11-15-17-21-22.)

Así, pues, este terciario, fundamentalmente detrítico, sin calizas ni otras sales, se depositó en depresiones erosivas fraguadas previamente, pandas y relativamente extensas (12-19), que quedaron rodeadas siempre por el paleozoico inferior o por macizos batolíticos arrasados o con escaso relieve, y reducido en muy amplios espacios a sencillas penillanuras pizarroso-graníticas.

Carácter especial de tales zonas terciarias, es la de no ofrecer en absoluto relaciones directas con la actual red fluvial que las recorre. En algún caso, los ríos pueden amoldarse a los llanos, pero muy frecuentemente corren siguiendo el borde o fuera de las cuencas sedimentarias (18), indicándonos tal fenómeno dos hechos de importancia; lo moderno en estas zonas de la red fluvial

actual y la independencia en su génesis, entre tal red y las cuencas o depresiones ocupadas hoy por el terciario, que es todo él relativamente moderno y exclusivamente de facies continental.

LOS DIFERENTES CONJUNTOS DEL TERCIARIO DE EXTREMADURA

Pueden en este terciario distinguirse conjuntos diferentes. Hoy ya es posible diferenciar determinados detalles en relación con la seriación y edad de los diferentes niveles, que en esencia corresponden a tres formaciones: Los más inferiores representan a un oligoceno que se relaciona con el que ocupa otras comarcas a lo largo de la frontera portuguesa y a un lado y otro de la misma (Lám. I y figs. 1 y 2); el conjunto intermedio puede ser incluido en un mioceno medio superior (18-20) que abarcaría fundamentalmente a un Vindoboniense y que casi no llega a los niveles pónicos (figs. 3 y 4 y lám. VII); y finalmente, las zonas más altas representan al plioceno superior, fundamentalmente por sus masas de cascajos, que dan origen a las rañas (14-17-20-21-22). (Láms. III, IV y V.)

La potencia del conjunto alcanza como máximo raramente los 250 metros, pero hoy día en ninguna zona este terciario está completo, y por ello tal potencia es sólo dada, teniendo en cuenta hasta donde llegó esta cobertera de sedimentos, relativamente moderna, al depositarse sobre el paleozoico o el Estrato-Cristalino (20).

DISPOSICIÓN DE LA FORMACIÓN TERCIARIA Y DISCORDANCIAS EROSIVAS

Se ha indicado que toda la masa terciaria está sensiblemente horizontal y que no existen más que discordan-

cias por falta de depósito, debido a la alternancia de períodos erosivos con los de deposición de sedimentos. Así, pues, no se aprecian en este país movimientos de ninguna clase que hayan desnivelado a los diferentes conjuntos del terciario desde que comenzaron a depositarse, y como los más antiguos los datamos como del oligoceno, no se aprecian aquí los efectos de la orogenia alpina en su más amplio sentido. Pero no quiere ello decir que a consecuencia de los mismos no quede afectada la región, al menos hacia sus zonas más septentrionales (19), por determinados fenómenos derivados de ellos, como pudiera ser una cierta epigenia que, sin duda, fué la que originó los distintos niveles de penillanuras que hoy podemos distinguir en el país paleozoico (12-16), siendo éstas, como ya en otras ocasiones hemos indicado, las que están señaladas por la línea de culminaciones de las serratas cuarciosas que nos ofrecen siempre acentuada y típica isoaltitud, que también puede conservarse en determinadas rupturas de pendiente de los macizos graníticos, tal el de Montánchez; la penillanura más baja y la más extensa, que puede enlazarse mediante interpolación con las superficies post-pontiense castellana (14) y que está bien representada en extensos campos de Cáceres y especialmente en la Cuenca del Salor y en los alrededores de Trujillo. Finalmente se destaca el gran llano de las vegas del Guadiana, por campos de Villanueva de la Serena y Santa Amalia, que corresponden ya a tiempos finales del Plioceno y comienzos del Cuaternario. Como es natural, cada penillanura, mejor o peor conservada, corresponde a un ciclo de erosión; así, pues, fundamentalmente distinguimos en estas tierras tres ciclos: uno muy antiguo dentro del Oligoceno, otro post-pontiense y un tercero en-

tre Plioceno y Cuaternario, ciclos de erosión que sin duda están relacionados con fenómenos o movimientos epirogénicos (16), los que a su vez pudieran representar, en estas zonas del occidente peninsular, fases más intensas en la orogenia alpina, acaecidos en el SE., S. y Levante peninsular, y que como lejano eco alcanzaron hasta lo que hoy son tierras extremeñas. Tales fenómenos tuvieron mucho influjo en la constitución de diversos compartimientos, dando ello origen a la gran variedad de comarcas que pueden distinguirse en Extremadura (9-10). Estos movimientos aquí suaves y aminorados, es lo que da el especial carácter al terciario de Extremadura, que, como hemos repetido, aparece constituido por derrubios finos, preponderantemente arcillo-arenosos, que se separan a veces por patentes discordancias erosivas.

El conjunto inferior oligoceno, en estos campos sensiblemente horizontal, descansa como es natural sobre el paleozoico, el Estrato-Cristalino o sobre las rocas cristalinas. Es, como luego veremos, muy homogéneo y entre sus dos fundamentales conjuntos, el arcilloso inferior y el arcósico superior, más que discordancia erosiva, lo que se aprecia es un cambio acentuado de facies.

El conjunto mioceno descansa sobre el Oligoceno arcósico, pero con discordancia erosiva muy acentuada. Existió verdadera superficie topográfica antes de depositarse sobre las arcosas oligocenas, las arcillas arenosas del mioceno, hasta el punto que es necesario admitir un largo período erosivo que se desarrolló especialmente a lo largo de los tiempos del mioceno inferior, o sea durante el Aquitaniense-Burdigaliense. Se aprecia además que dentro del conjunto mioceno, las discordancias erosivas de detalle son patentes, de lo cual nos ocuparemos más en detalle.

Finalmente, existe un período de erosión post-pontienne, seguido de una fase sedimentaria pliocena, caracterizada según sus materiales, por un acentuado cambio climático que es lo que fundamentalmente dió origen a las rañas (21-22).

En el Cuaternario, el proceso general es erosivo, de destrucción, pudiendo decirse que es en esta época cuando de un modo general se ponen al descubierto el conjunto de formaciones y cuando el Guadiana adquirió su especial fisiografía, fenómeno que continúa en los tiempos actuales, debido a lo cual podemos tener alguna idea de cuál ha sido la génesis de esta cuenca terciaria a lo largo del tiempo (7).

Se ha indicado ya que la edad relativa de todas estas formaciones no está deducida por dato paleontológico alguno, pues en ningún nivel han aparecido hasta ahora restos fosilíferos. Únicamente en unos altos niveles margoso cálcicos, situados cerca y al S. de la pequeña cuenca terciaria de Nava de Santiago, se ofrecen en materiales margosos restos de moluscos, pero tan escasos y tan mal conservados que no permiten su clasificación (17-18), pero que por el lugar que ocupan y por los materiales que los contienen, así como la disposición o nivel de éstos, podemos suponer correspondan ya a zonas más o menos cercanas al pontienne, pero con las naturales reservas.

LOS MATERIALES OLIGOCENOS

Se descubren siempre en los bordes de la cuenca, teniendo muy semejante aspecto en parajes muy alejados (12). Así, los materiales arcóscicos de Castilblanco son extraordinariamente semejantes a las arcosas del límite N.

de la cuenca a lo largo de la carretera de Badajoz a Alburquerque, y en ambos casos, está formando tal conjunto, los niveles más bajos o sea las zonas de base.

Donde mejor hemos podido analizar tales niveles es en Lobón, pues la acción erosiva del Guadiana los ha

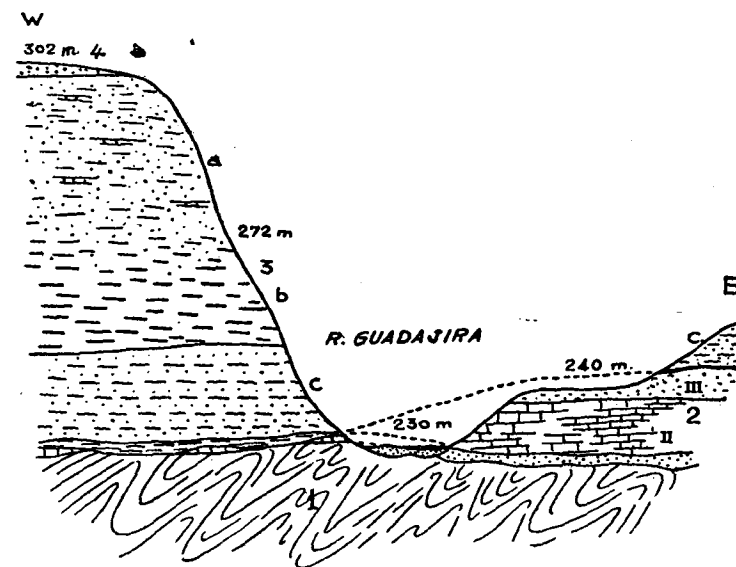


Fig. 1.—Corte esquemático del valle del Guadajira, en Solana de los Barros. 1, estrato-cristalino; 2, complejo oligoceno de base, I, cascajos de base, II, nivel de calizas grumosas, III, arcosas; 3, complejo mioceño, a) caleño, b) barros y c) arcillas arenosas; 4, canturreal plioceno.

dejado bien al descubierto (Láms. I y II). En este paraje, el Oligoceno aparece bien constituido por dos niveles; uno inferior, de arcillas rosadas, algo cálcicas, que pasan a veces a margas (fig. 2). Tienen gran consistencia cuando no están meteorizadas, son muy homogéneas y se inician bajo las arcosas, casi sin tránsito, continuando después, sin cambio sensible, hasta su base, que ha sido reconocida aquí mediante un sondeo (fig. 5), base que se apoya sobre granitos a unos 60 metros bajo el nivel actual medio del Guadiana.

Analizando dicho sondeo (fig. 5), se aprecia que salvado el nivel del río, o sea la altitud de unos 180 metros, la continuidad grande de las arcillas cesa, existiendo después intercalaciones de arcillas rojas oscuras, de arcillas muy plásticas, y más hondo, hacia los 150 metros, comienzan las arcillas con cantos rodados que descansan sobre un conjunto de base de 3-4 metros de potencia, formado por cantos rodados cuarzosos y arenas, que es el fondo o base de la formación y que queda a unos 120 metros de altitud y a 60 metros bajo el nivel del río.

Se trata, pues, de una formación de aluviones de gran homogeneidad y continuidad, que sólo al iniciarse ofrece depósitos de arrastre o acarreo por aguas corrientes de cierta turbulencia, lo que no sucede con el resto de este depósito.

Pasan las arcillas cálcicas a las arcosas mediante una capa de 30-35 centímetros de arcillas grises y un conjunto de fino canturreal de cuarzo poco rodado de 0,50 metros de potencia, no apreciándose discordancia erosiva. Así, pues, fué un cambio de facies lo que dió origen a la sustitución de las arcillas por las arcosas.

En conjunto, las arcosas son bastante homogéneas, ofreciendo en ocasiones gran consistencia y compacidad, hasta el punto de poder servir de piedra de construcción en mampostería basta, cuando dicho material ha perdido el agua de cantera. Son de coloración amarillento-rojizas, y se aprecia bien el grano arenoso de su masa, que carece en absoluto de cal.

Comienzan las arcosas a los 200 metros de altitud en Lobón, y alcanzan hasta los 240 metros, teniendo, pues, unos 40 metros de potencia, pero hay que indicar que en sus zonas altas están erosionadas, habiéndose depositado

posteriormente una masa de canturreal, que datamos como del Plioceno (fig. 2).

Hacia Badajoz, la masa de arcillas inferiores tiene muy poca potencia, pues pronto en superficie, junto al Guadiana, aparece el Estrato-Cristalino, no alcanzando el conjunto arcilloso más de 10-12 metros de potencia. Se inicia a continuación las arcosas, que ofrecen las mismas características que en Lobón, pudiendo a veces estar intensamente teñidas de rojo por óxidos de hierro, como sucede

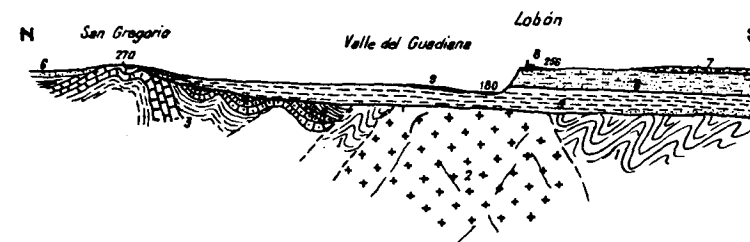


Fig. 2.—Corte del valle del Guadiana a la altura de Lobón. 1, estrato-cristalino; 2, granito; 3, cambriano pizarroso-calizo; 4, siluriano pizarroso-marcitoso ordoviciense; 5, arcillas oligocenas; 6, arcosas oligocenas; 7, arcillas areniscosas miocenas; 8, raña pliocena; 9, aluviones y derrubios cuaternarios. Alturas exageradas.

hacia Casa Colorada. Tales arcosas quedan cubiertas también aquí por el canturreal plioceno, que forma el llano superior, que se eleva a los 240-245 metros, pero el nivel más alto de las arcosas no alcanza mayor altitud de los 230-232 metros, siendo pues la potencia de su masa la de unos 60 metros.

Lejos de estas zonas, al E. de Almendralejo, en el arranque de la carretera de Palacio Quemado, las arcosas casi se apoyan directamente sobre el Estrato-Cristalino, pues sólo existe una masa arcilloso-cascajosa de unos 6-8 metros, que se interpone entre esta formación de base y las arcosas, que se inician a la altitud de 322 metros y

terminan aproximadamente a unos 330-332 metros, alcanzando unos 8-10 metros de potencia, iniciándose luego, con fuerte discordancia erosiva, el nivel de las areniscas arcillosas del Mioceno (fig. 3).

Por Solana de los Barros y en los escarpes que dan al Guadajira, las arcosas descansan sobre una masa cálcica no muy potente, que se apoya sobre el Estrato-Cristalino, arcosas que se inician a los 230 metros de altitud y terminan en un claro replano que sigue el río por su margen derecha a la altitud de 238 metros, alcanzando,

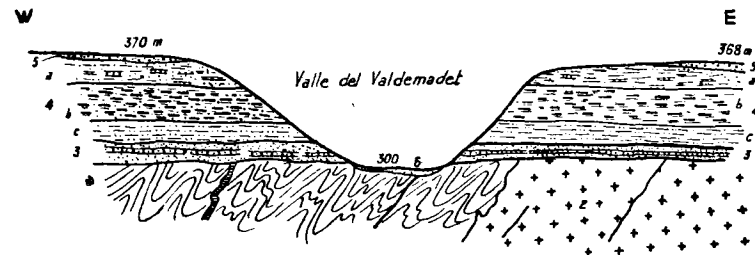


Fig. 3.—Corte del terciario continental y fundamentalmente de los niveles miocenos al E. de Almendralejo y en el valle del Valdemadet. 1, estrato-cristalino; 2, granito; 3, complejo oligoceno con arcosas y margas arcillosas con conglomerado fino de base; 4, mioceno, a) caleño, b) barros, c) arenas arcillosas; 5, canturreal de raña. Alturas exageradas.

pues, potencia de 8 metros. En esta zona, pues, el horizonte de arcillas está sustituido por una masa cálcica de 8 metros de potencia (fig. 1 y láms. IX y X).

Así vemos que donde mejor se ofrece este conjunto es en las zonas inmediatas a Lobón, donde, analizado con detenimiento y teniendo en cuenta su disposición, se ve que tiende a quedar el nivel de las arcosas más alto hacia el E., por lo que las arcillas alcanzan mayor altitud, pues cerca y en la Vega de las Monjas, el contacto de arcillas y arcosas se hace a los 230 metros de altitud, quedando las arcosas cubiertas por materiales miocenos a

partir de los 220 metros, indicándonos ello que hacia tales parajes las arcosas fueron intensamente erosionadas y cubiertas posteriormente por formación más reciente, que datamos como del Mioceno Vindoboniense.

Además, pudiera quizá apreciarse, aunque muy débilmente, un cierto alabeamiento de todo el conjunto arcilloso inferior oligoceno, como si un gran pliegue de fondo muy tendido que hubiera afectado al substrato granítico y probablemente Estrato-Cristalino, pudiera también haber influido sobre este oligoceno arcilloso, el cual está hendido mediante fisuras o litoclasas que se acomodan en sus rumbos, al esquema que se acompaña, fisuras que pasan algo, pero aminorándose, a la masa de arcosas, que no llega ya a ser atravesada por tales litoclasas en sus niveles más altos (fig. 6).

El fenómeno es muy patente al pie de los altos escarpes de Lobón, donde el Guadiana ha puesto al descubierto, en el cauce del río, a la masa arcillosa que con cierta consistencia forma el fondo del mismo y muestra en amplias superficies planas, la traza de las citadas litoclasas que, como se ha indicado, indicarían una cierta acomodación de la cobertera arcillosa, al núcleo rígido inferior granítico Estrato-Cristalino que se deformaba por efecto de fenómenos orogénicos que alcanzaron a este país ya muy atenuados, pero cuando ya la masa arcillosa se había depositado y en parte también el conjunto arcósico y habían sufrido una cierta consolidación.

Estas arcillas, algo cálcicas, proceden, sin duda, del arrastre de los materiales de alteración de los pizarrales cambrianos y silurianos, que rodean por el Norte la cuenca y que quizá cubrirían por el Sur, a amplias zonas del Es-

trato-Cristalino, que posteriormente quedarían en grandes espacios al descubierto.

El conjunto arcósico fundamentalmente procede de los granitos y de los neis granitoides, siendo frecuentes las masas del primero hacia el N. y NE. de estas zonas de Lobón y los segundos hacia el Sur.

De todos modos, no fué solo el material litológico el que determinó al descomponerse y destruirse el cambio de facies de los sedimentos, sino que también debió de operarse un cambio climatológico más seco y de aguaceros accidentales, durante el período de deposición de las arcosas y más cálido y húmedo durante el depósito de los conjuntos arcillosos; siendo pues, el clima, el que fundamentalmente imprimió carácter a los materiales resultantes de la alteración de las rocas, e indirectamente al de los sedimentos depositados.

Forman parte también, muy probablemente del Oligoceno, los niveles calizos que se descubren en determinados parajes en la base de tal conjunto, apoyados sobre el Estrato-Cristalino. Tal es lo que se observa en Solana de los Barros, donde bajo un nivel de tipo arcósico y en el valle del río, aparecen masas calizas sin típica estratificación, de aspecto grumoso, coqueroso y con canalículos en otros tiempos seguidos por aguas subterráneas. La potencia de tal conjunto es de unos 6-8 metros en total (Lámina X). Sobre él viene una formación terciaria no muy típica, que pudiera representar a las arcosas del Oligoceno. Encima se inicia el Mioceno arcilloso-arenoso y después los barros, que son los que forman los campos llanos de Solana de los Barros. El corte en esta zona sería el que muestra la figura (fig 1).

Se aprecia en la cuenca terciaria que la extensión de las arcosas es mucho mayor que la de las arcillas inferiores, pudiendo decirse que aquéllas desbordan a éstas, en toda esta cuenca terciaria oligocena. Tal es lo que sucede por Puebla de la Calzada y Montijo, según demuestran los sondeos de las figuras 7 y 8.

DEPÓSITOS MIOCENOS.

Son éstos muy variados y complejos y cambian bastante de unos lugares a otros; pero siguen siendo pobres en cal y preponderantemente arcillo-arenosos.

No es el mioceno continental extremeño tan sintético como el de Castilla, en el que pueden establecerse los tres niveles fundamentales de arcillas inferiores, margas yesíferas intermedias y calizas superiores (5-8). Además, contribuye a dar a los campos miocenos de Extremadura sus rasgos peculiares el modo de presentarse las formaciones, al existir períodos erosivos bastante enérgicos; uno al comienzo de los depósitos del mioceno, otro al finalizar, de tal modo que previamente a un depósito existía ya una topografía que se denuncia cuando se estudia con suficiente detenimiento estos campos, resultando bastante variada y compleja la estratigrafía litológica.

Así se ve que a un mismo nivel y a altitudes muy semejantes, pueden yacer sedimentos diferentes, unos correspondientes a zonas altas del Oligoceno y otros formando ya parte del Mioceno y que en gran parte se han constituido a expensas de la anterior formación. Como en las zonas altas del Mioceno ocurre lo mismo, la seriación por niveles no guarda en Extremadura la sencillez y mo-

notonía de Castilla, variando mucho de unos lugares a otros (figs. 3 y 4).

De todos modos, creo que en este conjunto mioceno pudiera establecerse los siguientes niveles generales (figura 4); uno inferior, arcillo-arenoso, de tono amarillento rojizo, de no gran consistencia y de gran uniformidad. Es en realidad un tránsito, considerado litológicamente,

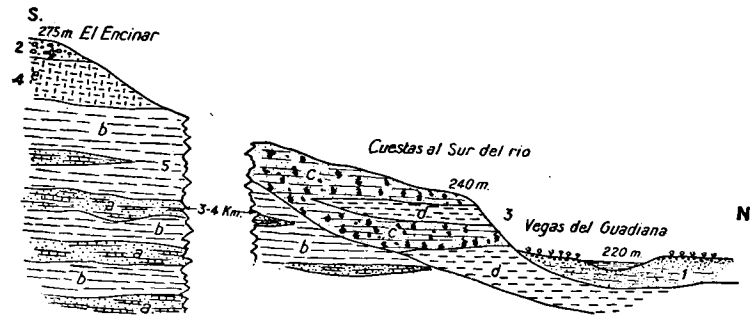


Fig. 4.—Corte geológico esquemático de la cuenca terciaria situada al Oeste de Arroyo de San Serván y al Sur del Guadiana.

entre la arcosa típicamente oligocena y el nivel de «barros» casi exclusivamente arcilloso y de tono más pardo, del mioceno. En este nivel de tránsito existen a veces zonas casi exclusivamente arenosas y de gran finura. Tal nivel es en gran parte resultado del proceso de erosión de las arcosas y el de sedimentación subsiguiente, en época miocena.

Se ofrece típico en los parajes que quedan al E. de Almendralejo, ya casi en el borde de la plataforma terciaria, y ha sido puesto al descubierto en los valles que los riachuelos afluentes al Mátachel han abierto en la gran mesa sedimentaria del Mioceno. Este conjunto queda frecuentemente formando la base del terciario, apoyado direc-

tamente sobre el Estrato-Cristalino. Debiendo suponerse en estos casos que por erosión han desaparecido los depósitos oligocenos que se depositarían previamente.

También aparece este conjunto típico en las zonas que quedan al SW. de la Sierra de San Serván, cuando ya los llanos de Almendralejo tienden a descender hacia el valle del Guadiana.

El segundo nivel es el que he denominado «Barros», siendo casi exclusivamente arcilloso, con cierta coloración parda clara. Es también muy homogéneo. En él no existen ya verdaderos niveles de arenas más o menos sueltas. Aparece típico en las laderas de los vallecillos que recorren la plataforma terciaria de Almendralejo, hacia los campos terciarios de Guareña y en la barrancada que desde el Guadiana ascienden hacia los llanos de la zona N. de Tierras de Barros.

Finalmente, distinguimos un nivel al que se le llama en la región «caleño», denominación que no es exclusiva de este conjunto mioceno, sino que también se emplea para designar a otro más arenoso y más moderno y que lo incluimos en el Plioceno, extendiéndose principalmente al N. del Guadiana y por los campos de Miajadas, y del cual trataremos más adelante.

El «Caleño» mioceno es también arcilloso, pero ya es relativamente rico en cal de segunda formación y muy especialmente hacia sus zonas más superficiales, donde, debido a ello, nos ofrece colores pardos claros, manchas, ramalazos y niveles blancuzcos determinados por depósitos y masas cálcicas. Puede la caliza concentrarse en nódulos o pequeños núcleos grumosos que prestan especial aspecto a su conjunto. A veces y en sus zonas altas y superficiales, se constituyen verdaderas lajas o cortezones de cal, debido

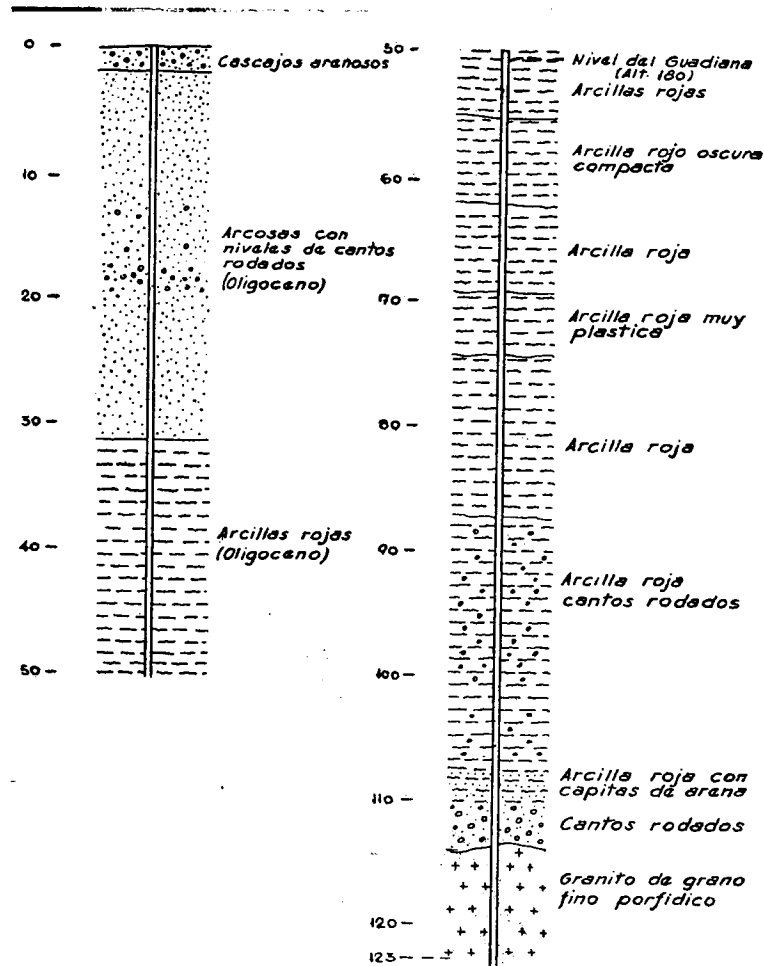


Fig. 5.—Sondeo de Lobón, de 123 m., atravesando la formación de arcosas y arcillas del oligoceno, hasta alcanzar el granito, a unos 60 m. bajo el Guadiana, efectuado por el Instituto Geológico y Minero de España. (7-II-1933).

a fenómenos de evaporación y de capilares del agua del subsuelo. Todo esto está esquematizado en la figura 3.

En muy contados parajes, y como restos de un conjunto superior más extenso, desaparecido por erosión, se distinguen niveles ya francamente margosos, de tonalidad gris blancuzca y capitas de verdaderas calizas, pero muy estrechas, que pudieran representar la iniciación del Pontienense. Los parajes cercanos, pero al N. del Puerto de Sevilla, cortados por la carretera general y el ferrocarril y determinados lugares situados al Sur de la Nava de Santiago, es donde los restos más característicos de este conjunto se han conservado, y en los cuales, y hacia la Nava, encontramos algún pequeño resto de moluscos palustres (14-17). Es raro que de unos depósitos y otros se pase insensiblemente, siendo lo corriente existan discordancias erosivas, si bien, poco marcadas.

También hay que indicar que aunque se habla de tres niveles arcillo-arenosos y otro superior, mucho más margoso, la diferenciación litológica no es muy marcada. Se trata, sí, de diferentes facies, pero dentro de un mismo tipo general y que pudieran lógicamente denunciar cambios climáticos en relación con la humedad y temperatura, cambios que se acentúan hacia un régimen más cálido y seco al final del conjunto, determinando ello, la presencia de los depósitos grises margoso-calizos, raros en estas zonas de la depresión central extremeña.

La potencia de todo este conjunto es muy variable de unos parajes a otros, siendo los valores medios los indicados en el cuadro que se acompaña, sintetizado en los cortes geológicos esquemáticos.

En relación con el terciario y en especial con el Mioceno, ya indicamos anteriormente (14) lo siguiente: Cuan-

do se presenta completa la formación miocena-pliocena habrá en ella que distinguen el conjunto superior plioceno, formado en especial por la raña, un conjunto inferior formado por «materiales preponderantemente arcillosos y con riqueza mayor o menor de carbonato cálcico, que da origen al calero» (18). Por debajo distinguíamos una zona arcillo-areniscosa con intercalación en el borde de la plataforma de Almendralejo hacia el Guadiana, entre arroyo de San Juan y Lobón, de niveles arenosos que da origen a barros, cuando dominan las arcillas que son de tono pardo.

De este Mioceno se daba un corte sintético (fig. 4) tomado al W. de Arroyo de San Serván y al S. del Guadiana.

En este corte distinguíamos de arriba abajo:

- a) Arcillas con intercalaciones de areniscas arcósicas de tono amarillento rojizo.
- b) Arcillas pardas muy homogéneas a las que denominamos barros.
- c) Arcillas calíferas amarillentas de no gran consistencia y con grumos calizos, conjunto que se conoce con el nombre de «calero».
- d) Masas arcillosas amarillentas, con abundantes materiales areniscosos intercalados en el conjunto.
- e) Niveles margosos de no gran potencia, pero tenaces que coronan la formación anterior.
- f) Capas de canturreal de cuarcita con elementos semi-rodados, que cubren amplias zonas, dando origen a rañas. Falta en estos parajes el nivel de arenas sueltas que queda bajo el canturreal de la raña en otras zonas y que daría origen al nivel f)».

A continuación decíamos (18): «Los niveles a) y b) podrían quizá representar a un oligoceno y se ofrecen muy

típicos en las Cuestas de Lobón.» Tal suposición se fundaba en la semejanza que estos depósitos tienen con los que se presentan en otros parajes a lo largo de la frontera portuguesa (13), pero lo datábamos «como del Mioceno medio o Vindoboniense», lo cual es justo, pues tales materiales de los niveles a) y b) no son en esta zona sino el resultado

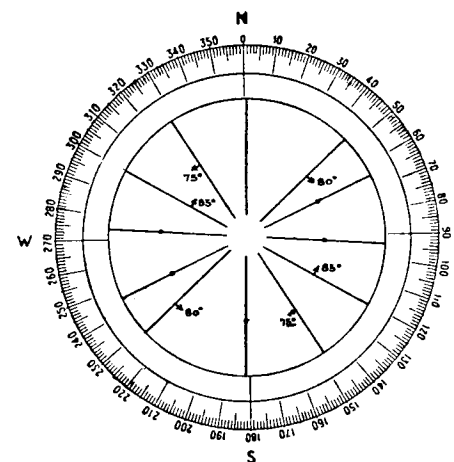


Fig. 6.—Arrumbamiento y buzamientos de las litoclasas que ofrecen los niveles arcillosos oligocenos, en la base del escarpe de Lobón, Badajoz, al nivel del cauce del Guadiana.

de la erosión ejercida en los niveles oligocenos de arcosas y arcillas que se presentan bien típicos en Lobón, donde en realidad constituyen el oligoceno, pero en estos otros parajes más hacia el E. tal terreno queda probablemente más profundo y cubierto por estos niveles a) y b).

Decíamos también que: «Los niveles c), d) y e) pueden muy bien corresponder a un Mioceno superior, probablemente Ponticense, dada la presencia en ellos de capas margosas con tendencia a la formación de calizas blancas.» Tal indicación sólo era, según el modo de ver de ahora, fundada en relación con el nivel e), pues los niveles c) y d)

CUADRO DE LA DISTRIBUCION, TIPO DE TERRENO Y POTENCIA DE LAS FORMACIONES TERCIARIAS EN LA PROVINCIA DE BADAJOZ

TERRENOS	LOCALIDAD	PARAJE	LITOLOGIA	POTENCIA	NIVEL
Plioceno.	Badajoz.	Mesas de El Bote, Casa Colorada, Tr Arroyos.	Canturreal menudo semirrodado y arenas arcillosas.	3-4 m.	Siciliense.
	Talavera la Real.	Casa Colorada, La Risca.	Idem Id.	4-5 m.	Idem.
	Lobón.	Altos de Lobón y Altos de Miraflores Encinar.	Canturreal arenoso, poco arcilloso y suelto.	4-5 m.	Idem.
	Montijo.	Los Arenales y parajes más hacia Norte.	Canturreal suelto y algo rodado y arenas gordas sueltas.	5-6 m.	Idem.
	Calamonte.	Canta Ranas y Mesas situadas al Este del pueblo.	Idem Id.	4-5 m.	Idem.
	Nava de Santiago.	Rañas de Las Llanas y Mesas de los campos alrededor del pueblo y zonas al Sur del mismo.	Canturreal superficial y arcillas arenosas consistentes. Arcillas arenosas con grumos y nódulos de cal.	4-6 m. 12-15 m.	Idem. ?
	Mengabril. Valdetorres. Villagonzalo.	Vegas al Sur del Guadiana y de los ríos Ortega y Guadamez.	Arenas finas sueltas y cascajos.-Caleño arcillo-arenoso bastante compacto.	2-3 m. y más de 8.	?
	Miajadas.	Ribera del Búrdalo y zona de Canchales al Sur del pueblo.	Canturreal.-Arenas cascajosas.-Caleño arcillo-arenoso, compacto.	2-3 m. 10-12 m. más de 20.	?
	Don Benito.	Confluencia del Ortega con el Guadiana. Zonas alrededor del pueblo.	Arenas finas sueltas.-Caleño arcillo-arenoso con nódulos de cal.	2-3 m. y más de 15.	?
	Almendraejo.	Palacio Quemado y valles del Bonhabe y Valdemadet.	Canturreal suelto y arcillas muy arenosas y lavadas.	2-3 m.	?

CUADRO DE LA DISTRIBUCION, TIPO DE TERRENOS Y POTENCIA DE LAS FORMACIONES TERCIARIAS EN LA PROVINCIA DE BADAJOZ

TERRENOS	LOCALIDAD	PARAJES	LITOLOGIA	POTENCIA	NIVEL
Mioceno.	Montijo.	Casarante, Barros de la Utrera.	Arcilla parda consistente o Barros.	Más de 12 m.	Vindoboniense.
	Nava de Santiago.	Los Sandoval, Cotos de Utrera.	Margas grises cálcicas. Arcillas pardas.	3-4 m. y más de 15.	Pontiense y Vindoboniense.
	Arroyo de San Servan.	Dehesa de Montero, El Barrillo, Encinas y altos de	Arcillas margoso - calíferas. Caleño y Barros.	2-3 m. 12-15 m. y más de 15.	Pontiense y Vindoboniense.
	Calamonte.	Cortijo de Solán, y zonas al Norte de Puerto de Sevilla.	Arenas arcillosas cálcicas o caleño y arcillas pardas o barros. Margas grises.	12-15 m. más de 15 m. y 4-5 metros.	Vindoboniense. Pontiense
	Don Benito.	Cercanías y alrededores del pueblo hacia el Sur. Coto.	Arcillas pardas semisueltas dando origen a Barros.	Más de 15 m.	Vindoboniense.
	Almendralejo.	Palacio Quemado, Valles de Valdemadri y Bonhabal, Cuestas del Este.	Arcillas arenosas cálcicas o caleño y Barros. Arenas arcillosas con gravilla.	8-10 m. 12-15 m. 15-18 m.	Vindoboniense.
	Solana de los Barros.	Cercanías del Puente del Guadajira.	Caleño, Barros y arenas arcillosas.	?	Vindoboniense.
Oligoceno.	Badajoz.	Torre Quebrada, Cuestas inmediatas.	Arcosas y arcillas cálcicas.	5-6 m.	?
	Talavera la Real.	Cuestas al Sur del pueblo.	Arcosas y arcillas cálcicas.	Más de 25 m. 10 m.	?
	Lobón.	Escarpes sobre el Guadiana, Vegas de las Monjas.	Arcosas y arcillas cálcicas.	30 y 60 m. 35 y más de 50 m.	?
	Montijo.	Alrededores del pueblo, Pie de Hierro.	Arcosas y arcillas cálcicas.	Más de 10 m. 20 m.	?
	Solana de los Barros.	Zonas inmediatas al puente del Guadajira.	Arenas arcillosas y cálizas en masas coquerosas.	10-12 m. 8-10 m.	?
	Castilblanco.	Cerros en los que se levanta el pueblo.	Masas de areniscas arcóscicas, alternando con arcillas.	Más de 20 m.	?

corresponden al «calero» o «caleño» y a masas arcillosas en lentejones, procedentes del deshecho de las arcillas oligocenas inferiores que deben quedar más al S., formando el fondo de la cuenca terciaria. Así, pues, en esta zona, el conjunto *c*) y *d*) queda más bajo que el nivel pontiense y dentro del conjunto Vindoboniense.

CONJUNTO PLIOCENO

La formación pliocena, cubrió a la miocena después de haber tenido lugar un largo y patente período erosivo, que en algunos parajes fué bastante enérgico, como sucede entre el valle del Guadiana y la sierra de San Serván y entre los altos y lomas que quedan al S. y cerca de Guareña y en las llanuras aluviales de Villagonzalo, Valdetoques y Mengabril, junto al Guadiana.

Así como en las anteriores formaciones para definir sus depósitos litológicos hemos comenzado de abajo hacia arriba, ahora lo hacemos de arriba hacia abajo, comenzando por los depósitos de raña que son los más típicos y los que ocupan mayor desarrollo.

Son estos depósitos eminentemente detríticos, dominando en ellos las masas de canturreal de cuarcita semirrodado y que va siendo más anguloso hasta dar origen a bolos conforme se separa de las alineaciones o serratas cuarcitosas (11-15-17-21-22).

Analizada la raña en detalle, consta de un nivel de canturreal, a veces de elementos gordos con aspecto caótico, cantos que van entremezclados con masas arcillo-arenosas, de encendidas coloraciones rojizas. Tal canturreal forma en verdad la «raña».

Ocupa este canturreal también amplios espacios al S. de

Guadiana, dando origen a los altos llanos que quedan al S. de Talavera la Real y al SE. de Badajoz, llanos que, muy uniformes, alcanzan alturas de unos 280 ó 270 metros y que en parte son los restos de una formación más extensa y uniforme, cuyos materiales (cantos rodados) han

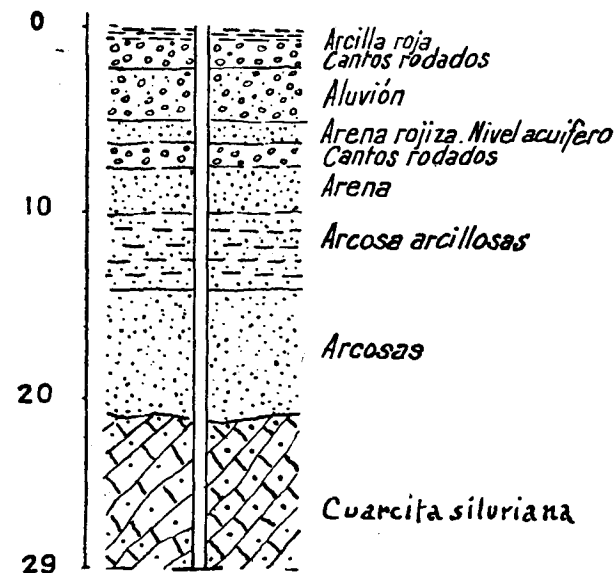


Fig. 7.—Sondeo de Montijo, mostrando la composición del cuaternario que cubre las arcosas del oligoceno, efectuado por el Instituto Geológico y Minero de España (25-XII-32).

venido del S. Su masa resistente protege a estas superficies que hacia el S. y SE. de Badajoz se han aislado ya en pequeñas masas, tales como las de El Bote (235 metros). Casa Colorada (230-235 m.) y La Risca al SW. de Talavera la Real, donde se alcanzan los 245 metros. Más hacia el E. y al SE. y ESE. de Lobón, tales plataformas alcanzan ya altitudes de 375 metros.

Bajo el manto de canturreal aparece a veces masas arcillo-arenosas de tono rojizo, que con discordancia erosiva

descansa sobre un nivel mucho más arcilloso, con nódulos calizos de tono general amarillento, al que denominan «caleño» y que diremos que es el «caleño plioceno». A veces, entre el caleño plioceno y la masa de canturreal existe un depósito que puede alcanzar gran potencia y que aparece formado por un llimo muy arcilloso de tono amarillento, relativamente homogéneo y consistente, que recuerda mucho al conjunto de sedimentos que forman los terrenos situados entre Madrid y Fuencarral y por los campos de El Pardo, y que es degeneración de las potentes masas de bloques de gran tamaño atravesadas por el ferrocarril del N., en las trincheras inmediatas a Torreldones y por el de Madrid a Burgos en las inmediaciones de Colmenar Viejo.

Este Plioceno es típicamente detrítico y en sus últimas fases representa a una facies de arrollada a lo largo de un período de clima árido, con intensas precipitaciones accidentales que dejaban sentir sus fuertes acciones de erosión, en terrenos alterados por acciones destructivas de la intemperie.

El borde de los llanos del Guadiana hacia el N., en dirección de la sierra de San Pedro (Lám. V) es zona típica para el estudio de las rañas, dentro del dominio del Guadiana (14). También lo son los campos llanos que se extienden al terminar las laderas más extensas del macizo de Las Villuercas (11-12), cerca de Cañamero y en las inmediaciones de Alía.

La potencia de las rañas es muy variable, oscilando en general de 4 a 12 metros, pero puede alcanzar potencias de hasta 35-40 metros, como ocurre cerca y al N. de Aljucén (21).

Algo diferente es el plioceno al S. del Guadiana y en

los valles bajos, ya en zona de confluencia de los ríos Ortiga y Guadamez, cerca de Mengabril y Valdetorres (Lámina IV). En estos parajes son muy frecuentes los grandes espacios ocupados por verdaderos arenales, sueltos o semisuelos, que vienen a cubrir a los Barros miocenos, según han demostrado sondeos aquí efectuados, como sucede al W. de Don Benito (22) figuras 9 y 10, arenales que no serían sino el resultado del lavado de las grandes masas de derrubios pliocenos y la deposición de las arenas resultantes, después de arrastrados por agua sin encauzar y por el viento, materiales pliocenos que ya, sin discontinuidad y sin fácil separación, se entremezclan con depósitos del cuaternario antiguo, sobre todo por Santa Amalia y en la gran llanada entre Villagonzalo y San Pedro de Mérida, donde ocupan amplios espacios, siendo los que rellenan esta panda depresión del Guadiana, cubriendo aquí al batolito de diorita que deja sentir su influencia, dando origen a suelos muy especiales del tipo de rendzinas y para-rendzinas, ricas en cal y sumamente interesantes. También destacan mesas pliocenas por Calamonte, cuya alta y plana superficie queda cubierta de canturreal (Lámina III), que cubre al mioceno del tipo caleño. Estos materiales son los que en el llano de Almedralejo y hacia Villafranca de los Barros dan la riqueza al suelo de estos campos, por alteración de rocas del tipo diorítico y Estrato-Cristalino (Láms. VII y VIII).

* El Plioceno, en las extensas vegas comprendidas entre Mérida y Badajoz, puede decirse que no existe, pues fundamentalmente es aquí el Mioceno bastante variado el que se presenta y luego los niveles oligocenos de las arcosas, con extraordinario desarrollo por Lobón, Talavera la Real y Badajoz, materiales que también forman los llanos del

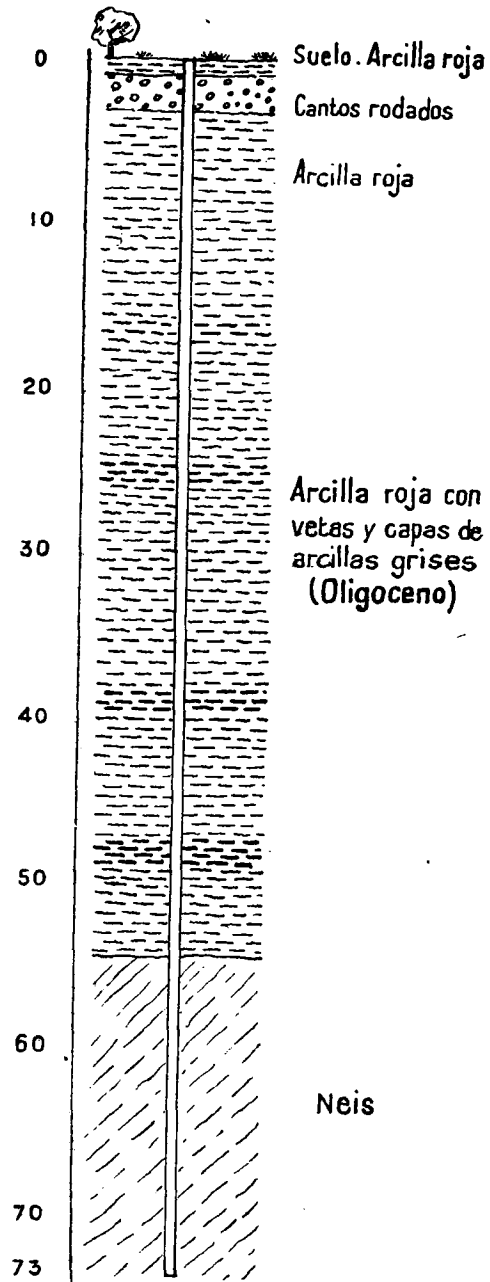


Fig. 8.—Sondeo de Puebla de la Calzada, mostrando el conjunto de arcillas oligocenas que descansan sobre los neis a los 55 m. de la superficie del terreno. Efectuado por el Instituto Geológico y Minero de España (22-II-33).

Caya, Gévora y valle bajo del Zapatón, formación sólo cubierta por el cuaternario de las vegas que da origen a tierras pardas, arenoso-arcillosas, sueltas y a masas de canturreal, cascajos y arenas.

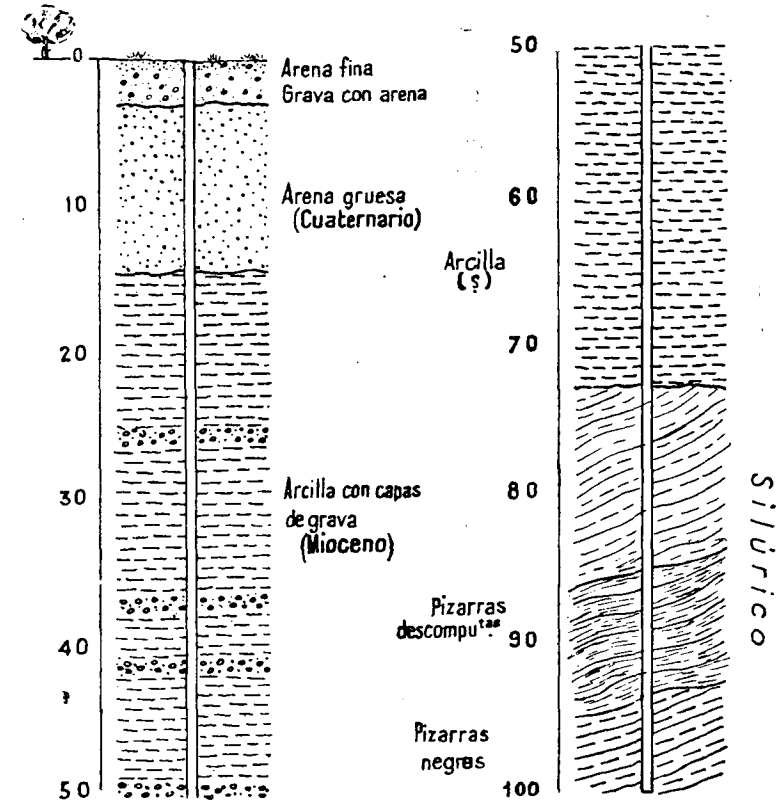


Fig. 9.—Sondeo de Don Benito, atravesando la formación terciaria, formado fundamentalmente por el mioceno cubierto por el cuaternario. Efectuado por el Instituto Geológico y Minero de España (18-I-33).

Quizá como síntesis de esta formación sirve de ejemplo los campos situados al S. de Miajadas y hacia las riberas del Burdalo (15) y muy especialmente por los llanos de Canchales (Lám. VI).

SÍNTESIS EVOLUTIVA

Así, pues, teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, hay que suponer que durante el terciario inferior y especialmente a lo largo del Eoceno, el país extremeño sufre un proceso relativamente intenso de erosión, que da origen a la formación en determinadas zonas, de esta gran área paleozoica, de depresiones erosivas, no excesivamente pronunciadas, pero que alcanzaron relativa gran extensión.

Durante el Oligoceno, y en época no bien determinada, pero que suponemos que sea hacia el final de tal período, una red fluvial de características muy evolucionadas se concentra en estas áreas de erosión que ofrecen acentuados rasgos endorreicos, hacia las cuales son arrastradas masas de aluviones finos, fundamentalmente arcillosos y posteriormente otras más areniscas, debido, sin duda, a cambio climatológico, que dan origen a masas areniscas, de tipo arcósico, con las que se rellenan tales depresiones. Estos materiales, al menos en la cuenca del Guadiana, comprendida entre Montijo y Puebla de la Calzada, Lobón, Talavera la Real y Badajoz, ofrecen disposición sensiblemente horizontal. Debieron alcanzar al finalizar el período de su deposición mayor extensión que hoy, pues se aprecia claramente que en particular las arcosas alcanzan mayor altura y área, lo que nos indica un período posterior de erosión, que debe corresponder con el Mioceno inferior, no iniciándose de nuevo la sedimentación, sino a partir de un Vindoboniense inferior, formación que en estas zonas no fué seguida por depósitos pontienses, o al menos cesaron no bien comenzaron a depositarse, caracterizándose este conjunto por un nuevo ciclo erosivo. Pero tanto durante el Vindoboniense como al comienzo del Pontiense, que no

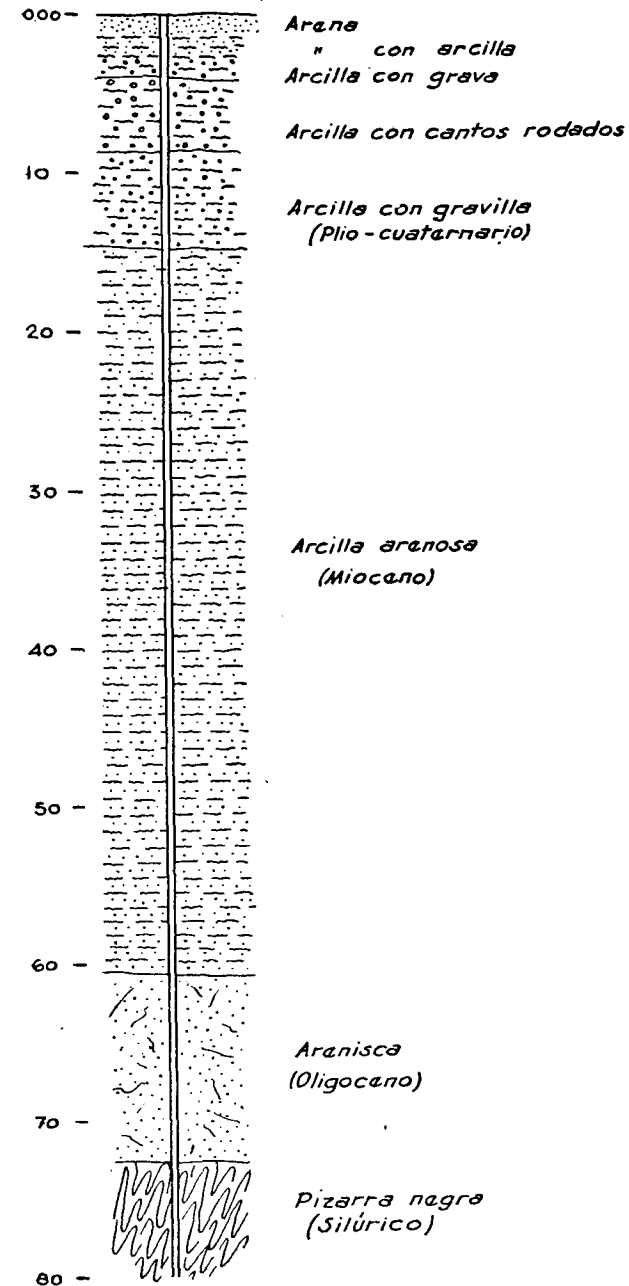


Fig. 10.—Sondeo de Don Benito, atravesando el terciario de la llanura del Guadiana. Efectuado por el Instituto Geológico y Minero de España (17-II-33).

llegó a alcanzar gran importancia, las cuencas terciarias siguen ofreciendo acentuadas características de endorreísmo.

Después del período de sedimentación de finales del Mioceno, otro ciclo de erosión tiene lugar, terminando éste bruscamente, con fenómenos de intensas arrolladas, que dan origen al acarreo de masas de detritus muy heterogéneos y a veces caóticos, que dieron lugar a los mantos de rañas que, iniciándose al pie de los relieves paleozoicos y fundamentalmente cuarcitosos y en especial en las vertientes meridionales, de las serratas, cubrieron a los depósitos miocenos, llegando hasta extenderse muy ampliamente sobre lo que hoy es el ancho valle del Guadiana.

En el cuaternario antiguo o al finalizar los tiempos pliocenos, se produce la captura del Guadiana en el portillo de Cijara y la llanura extremeña es atravesada desde entonces por un gran río, que se acrecenta debido también a otras capturas, con el caudal del Zújar. Todas estas aguas ocupan, en grandes zonas de muy suavísimo relieve, amplios espacios que dan así origen, en el cuaternario antiguo, a extensas y grandes depresiones lacustres que han sido denominadas por Hernández-Pacheco (7) Sereniana y Augustana; depresiones que pronto se colman de aluviones y que desaparecen en definitiva al bascular todo el país hacia el Atlántico, tomando desde entonces esta comarca, el aspecto con que se nos ofrece hoy día.

R E S U M E N

El terciario de las zonas centrales de Extremadura es en su conjunto de gran sencillez, faltando los materiales calizos, yesoso-margosos y las masas de conglomerados.

Pudiera decirse que, salvo los canturrales semisuelos de las rañas, el conjunto de la formación es arcillo-arenosa.

Todo el terciario ofrece disposición sensiblemente horizontal, observándose entre sus diferentes niveles discordancias erosivas, a veces bastante acentuadas, lo que nos indica la alternancia de ciclos de sedimentación con otros de erosión. Las discordancias fundamentales son: la que existe entre el conjunto inferior Oligoceno arcillo-arcósico y el Mioceno Vindoboniense, en el que dominan los sedimentos arcillosos; la que separa al nivel inferior Mioceno de arcillas oscuras, del de los barros, y especialmente la discordancia existente entre la formación de rañas propiamente dicha y las restantes formaciones que quedan por debajo.

Debido a estos fenómenos, no guarda este terciario, en relación con los distintos horizontes que ocupan las diversas formaciones, niveles o altitudes muy semejantes, como es lo normal en Castilla, sino que niveles semejantes, al erosionarse localmente, han desaparecido y a su misma altitud quedan otros depósitos posteriores, que en parte se formaron a sus expensas.

El Oligoceno, que se ofrece muy típico en los altos cortes que el Guadiana, por erosión, ha hecho en las colinas de Lobón, queda formado por dos niveles, uno inferior, casi exclusivamente arcilloso y algo margoso, con potencia en Lobón de unos 80 metros.

Sobre tales materiales vienen las arcosas, que alcanzan potencias de 35-40 metros, pero hay que tener en cuenta que esta masa arcósica se ha erosionado intensamente en sus zonas altas. Las arcosas, por su extensión, desbordan muy ampliamente en la zona de Lobón a las arcillas. Además, los materiales arcósicos son los que ca-

racterizan en zonas muy alejadas, tanto en Extremadura, como a lo largo de la frontera portuguesa por Salamanca, a esta formación terciaria. Sólo puede decirse que este Oligoceno corresponde a pisos altos del Estampiense-Chatiense.

El Mioceno consta de tres niveles: el inferior arcilloso-arenoso de tipo lhem; el mediano es fundamentalmente arcilloso, de tono más oscuro, pardo, y es el que se denomina «barros». Más alto viene el caleño, de tonos claros amarillentos, arcillo-arenoso y relativamente rico en depósitos cálcicos, sobre todo en sus zonas más altas, donde pueden dar origen a capitas y cortezones cálcicos, debido fundamentalmente a fenómenos de capilaridad de aguas de infiltración y a la evaporación intensa durante el verano. A este nivel se le denomina «Caleño».

La potencia de este conjunto puede calcularse en unos 50 metros.

Por encima, y en determinados parajes, se encuentran restos de un Mioceno muy erosionado, en el que dominan ya los materiales margosos. Se trata sólo de testigos de depósitos más completos y extensos.

Así, en el Mioceno, pudiera admitirse que las arcillas inferiores, los barros y el caleño, corresponden a un Vindeboniense y el nivel margoso a un Pontiense, como se ha indicado, casi totalmente destruido.

Ningún resto fósil se ha encontrado en este conjunto terciario, por lo tanto, sólo damos tal distribución, teniendo en cuenta las relaciones de las diferentes formaciones entre sí y la posición que ocupan, pero con las naturales reservas.

El Plioceno está fundamentalmente representado por los depósitos de rañas, pero, además, ofrece a veces ni-

veles arenoso-arcillosos de tipo lhem, particularmente cuando están cercanos a manchones graníticos. Bajo este conjunto viene el «Caleño plioceno», que es muy arenoso, de gran compacidad, rico en grumos y nódulos de carbonato de cal. Puede, a veces, alcanzar potencias superiores a los 30-35 metros y pasa, sin duda, por transición muy marcada al Caleño mioceno, como ocurre, sin duda, en el subsuelo en los campos llanos situados al S. de Miajadas, hacia Canchales.

La potencia de la raña, propiamente dicha, es de dos a seis metros en estas zonas; accidentalmente pueden alcanzarse hasta 35-40 metros y el conjunto de la formación alcanzará a los 55-60 metros.

Tal masa de derrubios y arrastres representa a un Villafranquiense, típicamente de facies continental.

Este Plioceno, en gran parte, ha sido erosionado a lo largo de los tiempos cuaternarios.

Entrada en Publicaciones 2-XI-51.

BIBLIOGRAFÍA

1. 1834. LE PLAY: Itinéraire d'une voyage en Espagne, précédé d'un aperçu sur le état actuel et sur l'avenir de l'industrie minéral dans ce pays.—Ann. des Mines 3 Ser. T. V. París.
2. 1834. — Observations sur l'Estremadure et le nord de l'Andalousie, et essai d'une carte géologique de cette contrée.—1 et 2 Partie. Ann. Mines, 3 Serie T. VI. París.
3. 1850. LUJÁN (F.): Estudios y observaciones geológicas relativos a terrenos que comprenden parte de la provincia de Badajoz y de los de Sevilla, Toledo y Ciudad Real.—Mem. R. Acad. Ciencias. E. T. 1.ª Se. Parte 2.ª Cienc. Nat. Madrid.
4. 1879. GONZALO TARÍN (J.): Reseña física y geológica de la provincia de Badajoz.—Com. Mapa Geol. T. VI. Madrid.

5. 1915. HERNÁNDEZ-PACHECO (E.): El Mioceno de Palencia.—Com. Inv. Pal. y Preh. Mem. 5. Madrid.
6. 1922. ROYO GÓMEZ (J.): El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica.—Com. Inv. Pal. y Preh. Mem. 30, Ser. Pal. núm. 5. Madrid.
7. 1928. HERNÁNDEZ-PACHECO (E.): Fisiográfica del Guadiana. Rev. Centro Est. Extr. Badajoz.
8. 1930. HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid.—Com. Inv. Pal. y Preh. Mem. 37. Ser. Pal. núm. 9. Madrid.
9. 1933. — Bosquejo preliminar de las comarcas geográficas de Extremadura (Cáceres, Badajoz y Huelva).—Publ. Inst. Ref. Agraria. Madrid.
10. 1935. HERNÁNDEZ-PACHECO (E.): Síntesis fisiográfica y geológica de España.—Traba. Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Geol. núm. 38. Madrid.
11. 1937. OEHME (R.): Die Rañas. Eine Spanische Schuttländschaften Hochlandes.—Geog. Abhan. Stuttgart.
12. 1939. HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): Las sierras Centrales de Extremadura.—Rev. «Las Ciencias». Año IV, número 2. Madrid.
13. 1942. HERNÁNDEZ-PACHECO (E.): Observaciones respecto al paleogeno continental hispano.—Rev. «Las Ciencias». Año VIII, núm. 3. Madrid.
14. 1946. HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): Los materiales terciarios y cuaternarios en los alrededores de Toledo.—Est. Geog. Año VII, núm. 23. Madrid.
15. 1946. Instituto Geológico y Minero de España.—Explicación de la Hoja Geológica núm. 753, Miajadas. Mapa Geol. Esp. Escala 1:50.000. Madrid.
16. 1947. HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): Ensayo de la Morfogénesis de la Extremadura Central.—Inst. Geol. y Min. de España. Nos. y Com. núm. 17. Madrid.
17. 1949. Instituto Geológico y Minero de España.—Explicación de la Hoja Geol. núm. 752, Mirandilla. Mapa Geol. de España a escala 1:50.000. Madrid.
18. 1949. HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): Las cuencas terciarias de la Extremadura Central.—Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T. Extr. Madrid.

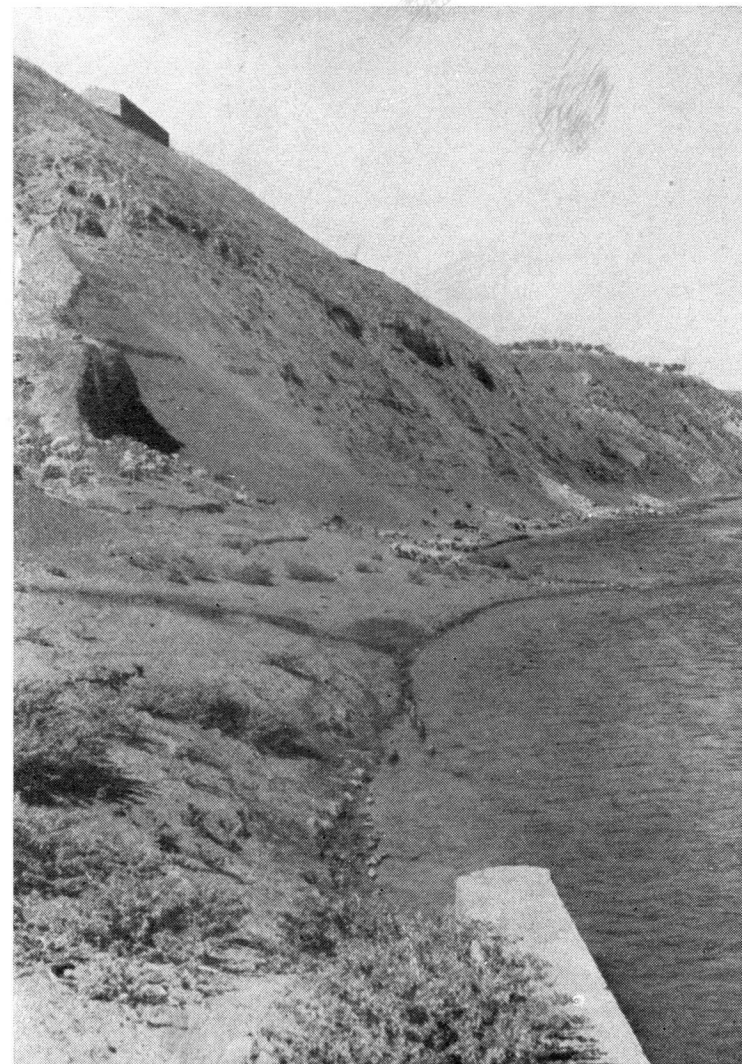
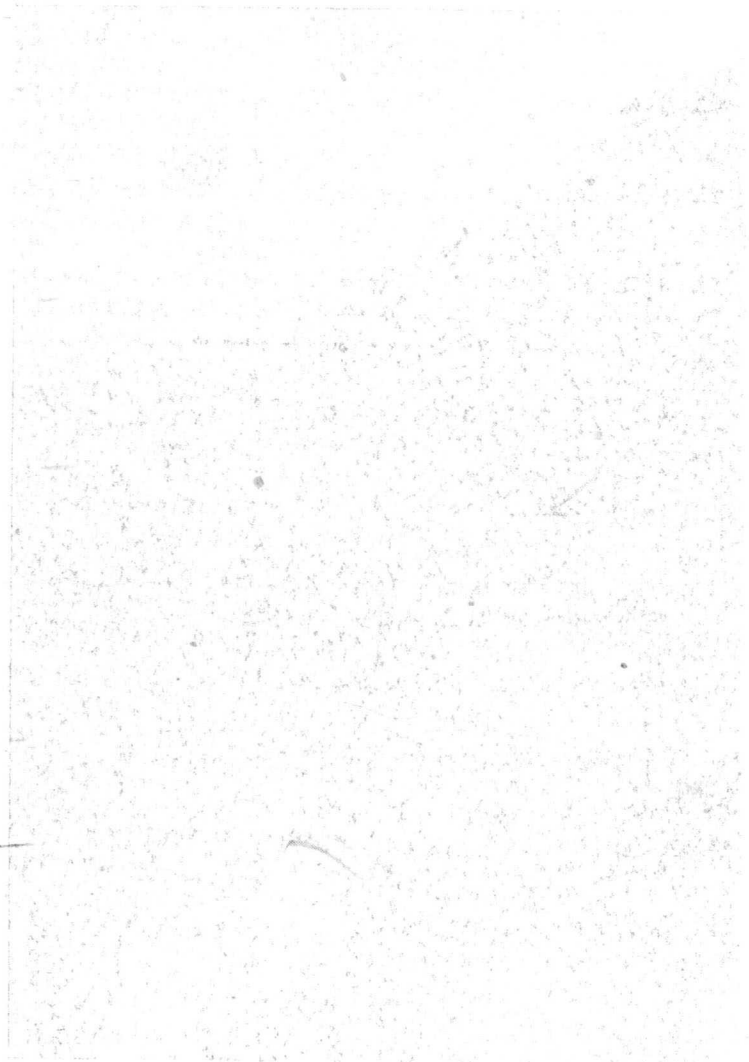
19. 1950. — Rasgos fisiográficos y geológicos de La Vera, del tramo medio del valle del Tiétar y del Campo Arañuelo.—Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T. XLVIII, núm. 3. Madrid.
20. 1951. Instituto Geológico y Minero de España.—Explicación de la Hoja Geol. núm. 777, Mérida. Mapa Geol. de España. Escala 1:50.000. Madrid.
21. 1951. HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): Las rañas de las sierras Centrales de Extremadura.—C. R. du XVI. Congr. Intern. de Geographie. Lisboa.
22. 1952. Instituto Geológico y Minero de España.—Explicación de la Hoja Geológica núm. 778, Don Benito. Mapa Geol. de España. Escala 1:50.000. Madrid.



El nivel de arcosas oligocenas, sobrepuesto a las arcillas margosas de la misma edad, en el borde de la Vega de las Monjas, al Sur del Guadiana y cerca de Lobón. Badajoz.

(Fot. H.-Pacheco, VII-51).





El nivel de arcillas cálcicas del oligoceno en el alto escarpe que formó el Guadiana en Lobón, Badajez.

(Fot. H.-Pacheco, VII-51).



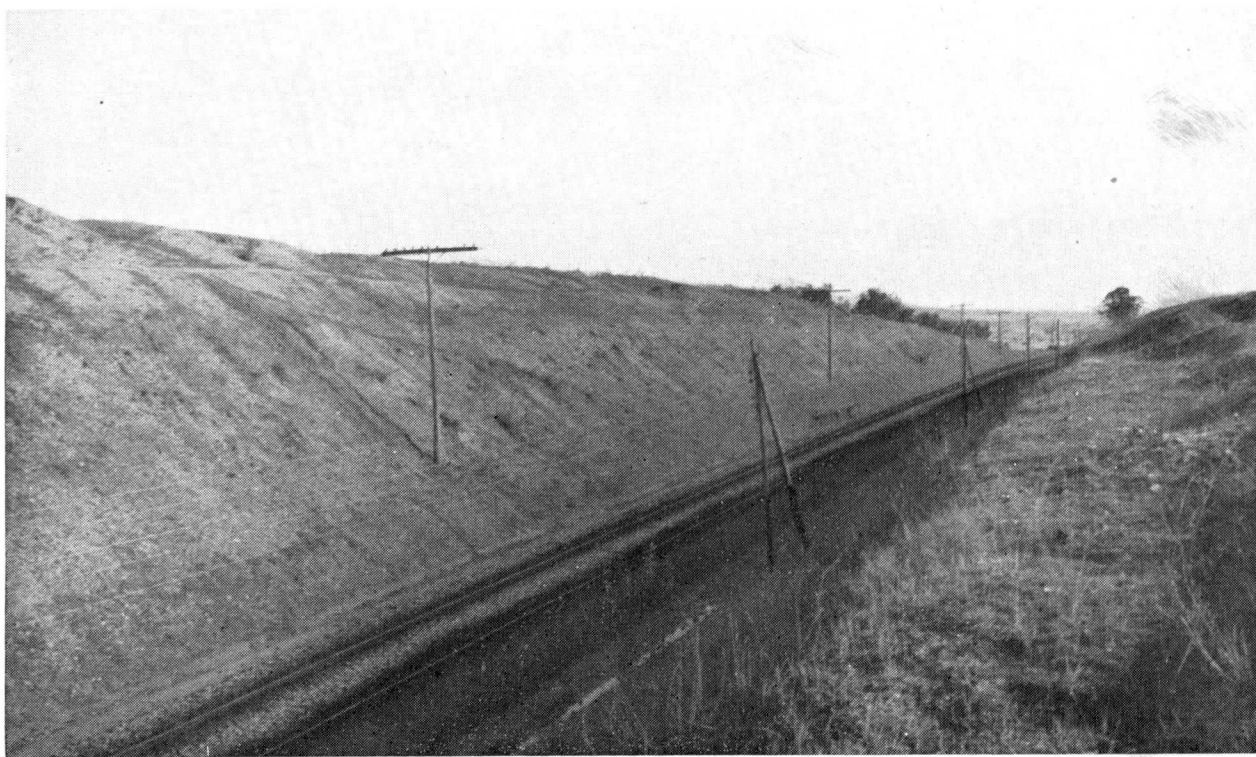
LÁM. III



Aplastadas lomas de Canta Ranas, formadas por el plioceno cascajoso superpuesto al mioceno, de tipo caleño, cerca de Calamonte, Badajoz. Al fondo los perfiles cuarcíticos silurianos de la Sierra de San Serván.



LÁM. IV



Trinchera del ferrocarril, mostrando la formación mio-pliocena, cerca de Mengabril, Badajoz, en la llanura del Guadiana.

(Fot. H.-Pacheco. XII-43).





LÁM. V



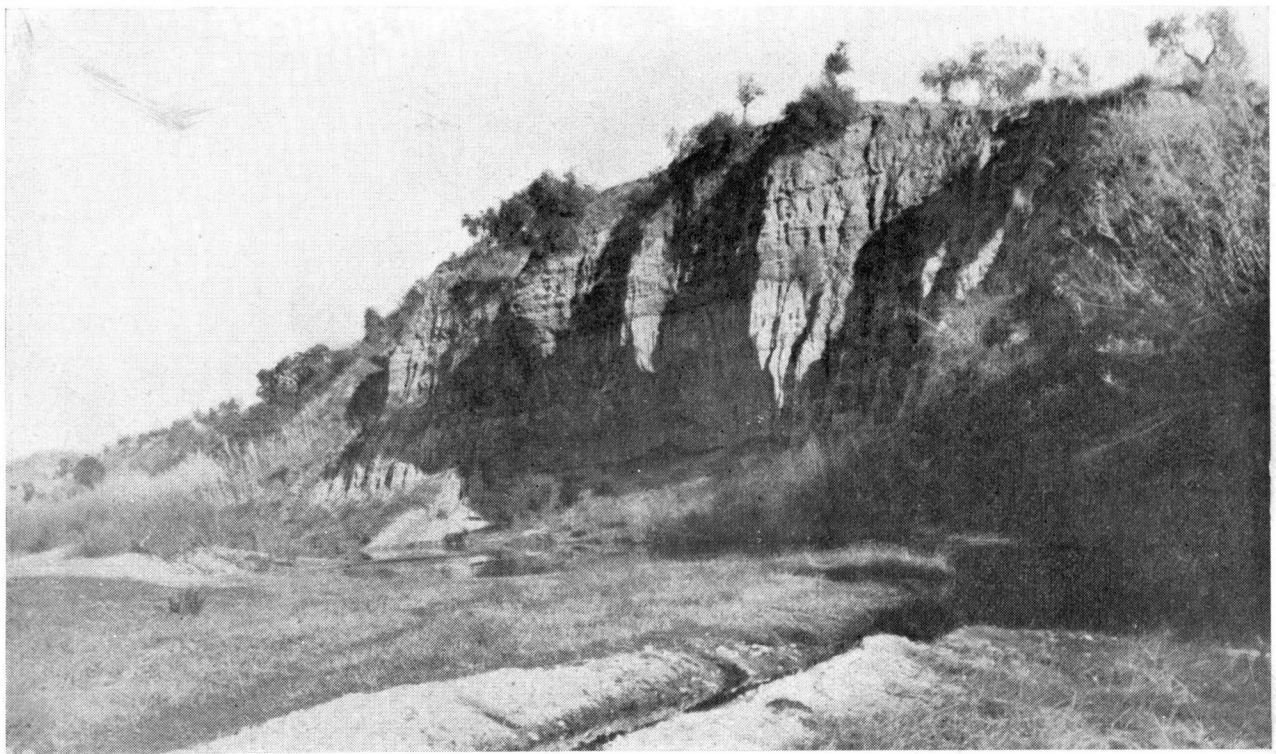
Borde de la raña dando origen a una cuesta que se alza sobre el llano también plioceno, formado por arenas arcillosas, cerca de Cordobilla del Lácara, Badajoz.

(Fot. H.-Pacheco. VII-43).





LÁM. VI



Altos escarpes de arcillas areniscosas y niveles arcillo-margosos o caleño en la margen izquierda del Ruedas, dando origen al plioceno, cerca de la ermita de San Ba-tolomé. Almoharín Cáceres.

(Fot. H-Pacheco, XI-42).



LÁM. VII



La llanura de los Barros, al Norte de Almedralejo. Resto de encinares y plantío de olivos. Mioceno arcilloso formado por caleño en las colinas y Barros en las depresiones.

(Fot. H.-Pacheco, V-33).



Lám. VIII



Llanura arcillosa de Los Barros en las inmediaciones de Torremegía, formada por el Plioceno. Al fondo los perfiles cuarcitosos silurianos de la Sierra de San Serván.

(Fot. H.-Pacheco. VI-51).





El valle del Guadajira y la gran llanura de su margen derecha, vista desde los altos escarpes inmediatos a Solana de los Barros. El llano está formado por las arcosas oligocenas y los escarpes por el complejo mioceno.

(Fot. H.-Pacheco, VII 51).





Nivel de calizas de la base del oligoceno, en la margen derecha del Guadajira y en las inmediaciones de Solana de los Barros, que aparece a la derecha sobre el complejo arcillo-arenoso mioceno.

(Fot. H.-Pacheco. VII-51).

El problema de los microsismos

POR

J. M. LOPEZ DE AZCONA

J. M. LOPEZ DE AZCONA

EL PROBLEMA DE LOS MICROSISMOS

Del 19 al 25 de noviembre, organizada por la Academia Pontificia de Ciencias, se ha celebrado en Roma una semana de estudios con el tema titulado «Le Problème des Microseismes», de gran interés tanto por su carácter científico como humanitario.

El Padre Santo, que tanto se desvela por la humanidad, demostrando una vez más su magnanimidad, tomó la decisión de organizar todos los años una semana de estudios científicos coincidiendo con la inauguración del curso de la Academia Pontificia de Ciencias. La primer semana de estudios fué la del curso 1950-51, y tuvo por tema «El Cáncer», terrible enfermedad que ocasiona un porcentaje elevado de defunciones en todos los países. Tomaron parte en ella destacados médicos de todo el mundo, con aportaciones y conclusiones de gran interés, publicadas en un tomo editado por la Academia.

Uno de los puntos de la Geofísica, sobre el que todavía existen discusiones científicas acaloradas, debido a los diversos puntos de vista de los especialistas, es el de los microsismos, como se puede apreciar en esta semana de estudios organizada con motivo de la inauguración del curso 1951-52. Por esta causa los trabajos se desarrollaron con gran elevación científica, al mismo tiempo que se exponían los progresos realizados en esta parte de la ciencia para la predicción de los ciclones, tifones y en general de las tempestades tropicales, con tres o cuatro días de antelación, por las circunstancias en que estos fenómenos meteorológicos se propagan

a velocidades de decenas de kilómetros por hora, mientras que los microsismos lo hacen en kilómetros por segundo a distancia de miles de kilómetros. De esta manera se pueden tomar medidas para evitar no sólo las desgracias personales, sino en el ganado e incluso daños en los edificios sin necesidad de recurrir a medios más costosos y menos eficaces como el empleo de escuadrillas aéreas de reconocimiento de autonomía grande. Como especialista en este punto se destacó el Padre Gherzi, Director del Observatorio de Macau y antiguo Director del de Zi-Ka-Wei (China), a quien se le deben considerables adelantos sobre el estudio de los ciclones tropicales y en particular sobre la manera de evitar las tragedias de los tifones por su predicción.

— Cuando se visita un observatorio sísmico o se instalan en el campo con fines de prospección sismógrafos, vibrógrafos, acelerógrafos, etc., se ve cómo registran un movimiento continuo de la corteza terrestre con períodos de un segundo o menos hasta doce segundos, el cual es debido a los microsismos, totalmente independiente, de los movimientos rapidísimos de milésimas de segundo, debido a perturbaciones producidas indirectamente por el hombre, como lo son el tráfico, motores industriales, explotaciones mineras, etc.

— Los microsismos, íntimamente ligados a los fenómenos meteorológicos, se los aprecia asociados a la propagación de los ciclones y tifones, observándose en las grandes tempestades microsísmicas que la superficie puesta en movimiento puede llegar incluso al cuarto y al tercio de la corteza terrestre. En los casos que estos ciclones se desarrollan en mares internos, la agitación microsísmica afecta a superficies menores.

— Uno de los puntos en que las discusiones tuvieron mayor interés fué el referente al origen de los microsismos. Se expusieron dos tendencias fundamentales. Una atribuye el microsismo a la pulsación que tiene lugar en el centro del ciclón, cuando éste se encuentra sobre el mar profundo, la cual atravesando el mar subyacente alcanza el fondo de donde irradia en todas las direcciones. La otra le asigna como origen el choque de la ola marina contra la costa.

De estas manifestaciones se aprecia la necesidad para efectuar una investigación completa de que no sólo los sismólogos deben ocuparse del estudio de los microsismos, sino que han de contar con otros geofísicos que tienen íntima relación, como son los oceanógrafos y los meteorólogos, tanto para determinar la transmisión de la energía del mar a la tierra como de la atmósfera al mar.

Aunque se llegó a la conclusión de que los microsismos puros (en grupos) tienen su origen en el mar y son producidos por perturbaciones atmosféricas, no obstante sobre los continuos y los mixtos no se llegó a un acuerdo.

Aunque el origen remoto de la energía de los microsismos radica en las desigualdades energéticas de la atmósfera, el medio de efectuar la transmisión fué objeto de interesantes aportaciones seguidas de sus correspondientes discusiones.

Se destacaron varias causas de las variaciones de las amplitudes registradas, como son, la energía inicial comunicada del suelo, la constitución geológica y movimientos tectónicos sufridos por el terreno comprendido entre el observatorio y el punto de producción del microsismo, y por último la naturaleza del subsuelo de la estación, para lo que es de gran importancia conocer su sondeo sísmico.

El P. Macelwane, con sus trabajos en especial en las estaciones tripartitas, contribuyó a dar un avance grande en esta rama de la sismología, sorprendiendo a los asambleístas los medios económicos de que dispone, con grandes velocidades de registro que le permiten utilizar bandas registradores de papel de 100 m. de longitud y magníficos equipos microbarográficos, que se espera puedan instalarse algún día en las estaciones tripartitas de Europa, si es que dan medios para su construcción a los países que se les designe como sede de ellas.

El día intermedio de las sesiones, pronunció el Padre Santo su magnífico discurso inaugural del curso de la Academia de Ciencias Pontificia, sobre el tema «La prove della esistenza di Dio alla luce della scienza naturale moderna», que damos traducido al español en esta misma publicación.

En él pudimos apreciar los geofísicos, cómo con las mutaciones del cosmos se explican muchos problemas que veníamos observando y su desarrollo nos acerca a un conocimiento más amplio y científico de la omnipotencia de Dios.

Como final se redactó la siguiente nota colectiva, aprobada por el Padre Santo, que ha de servir como base de las conclusiones y recomendaciones de la semana de estudios.

NOTA COLECTIVA

La synthèse de l'ensemble des discussions permet d'arriver aux conclusions suivantes, qui sont présentées dans l'ordre prévu par le Règlement des Semaines d'Etudes :

- a) Points, sur lesquels un accord général a été réalisé.
- b) Points, sur lesquels un accord n'a pas paru réalisable.
- c) Raisons, pour lesquelles l'accord n'a pas pu être réalisé.
- d) Suggestions relatives aux recherches paraissant les plus aptes à résoudre les difficultés.

a) CLASSIFICATION DES MICROSEISMES (M. S.)

Il y a plusieurs types de m. s. naturels et artificiels.

Sur la base des périodes, les m. s. naturels peuvent être classifiés ainsi qu'il suit :

1. Période très courte, jusqu'à 0,1 sec.
2. Période courte 0,3-0,5 sec.
3. Période moyenne 1-3 sec.
4. Période longue 4-8 sec.
5. Période très longue 10 sec. et plus.

Les m. s. naturels de longue période, tels qu'ils sont enregistrés, peuvent être divisés en trois classes, à savoir :

1. Microseismes en groupes.
2. Microseismes continus.
3. Microseismes de caractère mixte.

Génèse.—On admet que les m. s. purs de la première classe (en groupes) ont leur source sur la mer et sont excités par des perturbations atmosphériques (cyclones tropicaux, dépressions extra-tropicales).

Caractères.—Les m. s. ont l'apparence d'ondes superficielles.

La valeur des périodes est fonction de plusieurs variables, dont l'importance relative est difficile à préciser.

L'amplitude des mouvements m. s. enregistrés dépend de l'énergie initiale communiquée au sol, des conditions géologiques entre la source et la station et de la nature du sous-sol des stations.

La mesure de la vraie vitesse de propagation est actuellement si difficile à effectuer, qu'on peut douter qu'elle soit réalisable.

La vitesse apparente peut être déterminée en utilisant des stations tripartites.

Détermination de la direction de provenance.—Dans les cas des m. s. en groupes purs, la zone d'origine du mouvement m. s. peut être précisée :

1. Par intersections des lignes azimuthales de 2 ou 3 stations tripartites ;
2. Par l'utilisation d'abaques d'amplitude propres de plusieurs stations suffisamment rapprochées.

Origine et transmission de l'énergie.—La source immédiate de l'énergie se trouve, de l'avis unanime, dans l'atmosphère.

Dans le cas des cyclones tropicaux, la cause atmosphérique est une turbulence de l'air dans une zone d'une épaisseur de 3 Km. env. (Père Gherzi).

Dans le cas de dépression extra-tropicales, la zone de turbulence est probablement plus étendue en altitude.

Les grandes perturbations m. s. ; se produisent, lorsque l'énergie initiale est transmise par la mer.

Vibrations microbarographiques (m. b).—En général, les vibrations m. b. sont indépendantes des grands mouvements m. s.

b) et c) CARACTÈRES DES MICROSEISMES

On ne peut pas affirmer que les m. s. soient des ondes superficielles, de Rayleigh ou de Love; des types P et SV; des vibrations propres des couches du sous-sol; des ondes transmises par des horizons-guides. On reconnaît l'existence de plusieurs périodes, mais il n'y a pas d'accord sur les causes qui produisent cette distribution des périodes à savoir: l'amplitude, les conditions à l'origine, la distance, la structure géologique, etc.

Etant donné qu'il est extrêmement difficile d'identifier une même onde dans plusieurs stations à grande distance, il est par suite difficile de préciser la vitesse de propagation.

Une diminution de l'énergie se vérifie le long du trajet des ondes m. s.; mais il est délicat d'en séparer les causes possibles: absorption, diffusion, dispersion, effets de discontinuité.

Origine.—On a plusieurs théories sur le lieu d'origine des m. s. Selon la position des stations d'observation, l'un ou l'autre des éléments suivants peut apparaître prédominant:

zone centrale des cyclones; fronts; systèmes des vents et des vagues; noyaux de tendance barométrique positive ou négative; déferlement de la houle sur les côtes.

C'est pourquoi les participants aux réunions de la Semaine d'Etudes ont manifesté trop la tendance à concentrer chacun son attention de préférence sur l'un ou sur l'autre de ces phénomènes, parce qu'ils étaient prédominants sur leur stations.

Origine de l'énergie.—L'origine de l'énergie des cyclones tropicaux peut être attribuée aux deux causes suivantes:

1. La première et la plus importante, est le mouvement ascendant d'une colonne d'air chaud jusqu'à se rencontrer avec un puissant courant horizontal d'air froid à une hauteur de 3 Km. env. Par conséquent, des systèmes d'ondes

doivent se trouver à l'intérieur du corps du typhon, comme c'est le cas pour les ondes atmosphériques en contact avec deux couches d'air, ayant des vitesses relatives différentes.

2. La deuxième cause a un caractère intermittent. La chaleur latente libérée sous l'effet de la condensation produit une accélération verticale, comparable à celle qu'on a dans une bulle d'air surchauffé.

Les oscillations se produisent dans les couches supérieures; celles, ayant une période de 4 à 6 sec., semblent trouver les conditions de résonance les plus favorables dans la mer et dans le fond.

Même si la cause 2) manque, par ex. lorsqu'on n'a pas de pluie, les m. s. existent encore dûs à la cause 1).

Transmission de l'énergie.—Les théories de Press et d'Ewing, ainsi que la théorie de Longuet-Higgins illustrée par Stoneley, sont complémentaires.

La première ne dit pas grand-chose sur le mode de transmission de l'énergie de l'air à l'eau; elle envisage aussi la transmission de l'énergie à travers l'eau, le fond de la mer et la terre ferme. Sa contribution principale consiste à expliquer comment les périodes des m. s. peuvent être mises en relation avec la structure des côtes, dans la zone de formation des m. s.

La deuxième théorie explique la transmission de l'énergie de l'air au fond de la mer, à travers l'eau, d'accord avec la théorie hydrodynamique et avec le rapport 2:1 observé entre les périodes de la houle et les m. s. associés. L'explication comporte l'introduction des termes du second ordre dans l'analyse mathématique du phénomène.

Phénomènes associés

Parmi les phénomènes associés, les phénomènes suivants ont été surtout pris en considération:

Vibrations microbarométriques: elles ne semblent pas nécessairement associées avec les m. s. dans les enregistrements.

Vibrations maréographiques: On a parfois des vibrations simultanées avec le m. s.; mais aussi des cas dans lesquels l'un des phénomènes est indépendant de l'autre. Cet ordre de recherche doit être encore étudié dans ses caractères essentiels.

Pumping effect: C'est une succession de coups d'air, comme dans un piston oscillant, par effet de condensations intenses.

d) SUGGESTIONS FINALES PROPOSÉES PAR LA SEMAINE

Les divergences de vues, les questions obscures, les problèmes non résolus s'expliquent par insuffisance d'observation et de coordination internationale.

Les participants à la Semaine d'Études présentent une série de recommandations, qui ont pour but:

- 1) d'uniformer les méthodes d'interprétation des enregistrements;
- 2) d'établir des ententes internationales pour l'exécution de recherches simultanées au cours de certaines époques de l'année;
- 3) de suggérer des recherches complémentaires.

Méthodes d'élaboration des enregistrements

1. Les amplitudes a des mouvements faisant l'objet de mesures, sont les amplitudes simples qui doivent être exprimées en «micron» et dixièmes de «micron» (p. ex. 10. 7 «micron»).

2. Les périodes T sont exprimées en sec. et en dixièmes de sec.

3. La mesure régulière des m. s. est faite 4 fois par jour et comporte, pour chaque composante, l'indication de l'amplitude, de la période et du caractère de l'agitation.

L'amplitude est calculée en prenant la valeur moyenne des amplitudes maxima des 5 trains d'ondes les plus impor-

tants, se produisant dans l'intervalle de vingt minutes, disposé symétriquement autour des heures rondes: 0, 6, 12, 18. T.M.G.

4. La période est calculée en prenant la moyenne des 5 périodes des trains d'ondes utilisés pour le calcul de l'amplitude.

5. Le caractère de l'agitation est indiqué par le code suivant:

- 1) agitation présentant des m. s. en groupes;
- 2) agitation continue;
- 3) agitation mixte irrégulière.

6. Ou utilisera, en outre, les annotations suivantes: pas de mesures, pour une cause quelconque (par ex. tremblement de terre);

0 pas de m. s.;

0; 0 m. s. inférieurs à 0.1 «micron».

Jours internationaux

On propose d'organiser chaque année deux semaines internationales, pour l'étude du mouvement m. s. au cours desquelles des mesures horaires seront faites à chaque heure ronde, suivant le procédé recommandé pour les mesures régulières. Les semaines internationales devraient avoir lieu pendant les périodes:

du 25 au 31 mars.

du 24 au 30 septembre.

Les stations sismologiques sont invitées à utiliser au cours des journées internationales les appareils les plus sensibles et les plus aptes à enregistrer l'agitation m. s. dont elles disposent et à publier le plus rapidement possible les résultats du dépouillement des enregistrements.

Les réseaux météorologiques et les stations séismographiques seront invités à participer à ces études, en intensifiant leurs observations pendant les journées internationales établies.

Recherches éventuelles

1. Installation de stations tripartites dans l'Europe.
2. Publication des observations faites par radiosondes.
3. Analyse des vibrations maréographiques relevées avec des appareils à grande vitesse d'enregistrement.
4. Mesure des variations de la pression en mer profonde, au moyen d'appareils reliés à la terre ferme par des câbles.

Rome, 26 novembre 1951.

Les participants à la Semaine d'Etudes :

Bath, Bernard, Caloi, Due Rojo, Ewing, Gherzi, Giorgi, Hardtwig, Lehmann, Lopez de Azcona, Macelwane, Menzel, Rothé, Stoneley, Vercelli.

12-XII-1951.

Notas sobre el XXI Congreso de la Asociación para el
Progreso de las Ciencias, celebrado en Málaga

POR

JOSEFA MENENDEZ AMOR

JOSEFA MENENDEZ AMOR

NOTAS SOBRE EL XXI CONGRESO
DE LA ASOCIACION PARA EL PROGRESO DE
LAS CIENCIAS, CELEBRADO EN MALAGA

Siguiendo las normas establecidas, correspondía celebrarse este Congreso en España y como punto de reunión fué elegida la ciudad de Málaga, en donde en efecto tuvo lugar este certamen científico durante los días 9 al 15 del mes de diciembre.

Estando integrada la Asociación por varias Secciones, corresponde a la IV la presentación y discusión de los trabajos referentes a Ciencias Naturales, pero por no ser propio del carácter de esta publicación, más que las Ciencias Geológicas, a ellas exclusivamente vamos a referirnos en nuestra nota, extractando varias de las que hemos considerado más interesantes.

La Mesa presidencial de esta Sección IV estuvo formada por el profesor don Eduardo Hernández-Pacheco, que actuó como presidente perpetuo; por don Maximino San Miguel de la Cámara, como vicepresidente español, y con el que alternaron en el puesto don Clemente Sainz y el profesor portugués Carrington da Costa; por el profesor Fernandes, del Instituto Botánico de la Universidad de Coimbra, como vicepresidente portugués, y por la seño-

rita Josefa Menéndez Amor, que actuó de secretaria durante todo el Congreso.

Concurrieron también los señores Meléndez y Cardoso, de la Universidad de Madrid, y han prestado su asistencia o cooperación notables geólogos portugueses.

El ilustre geólogo João Carrington da Costa, de la Universidad de Oporto, hizo una interesante comunicación titulada: «Acerca da tectónica da bacia carbonífera de San Pedro de Cova», en la que su autor, en vista de las muchas tentativas hechas para explicar la disposición de los terrenos Paleozoicos en dicha localidad, acomete su estudio y demuestra cómo no teniendo sólo en cuenta los movimientos hercínicos, sino también la actuación de los mesodevónicos, es posible concebir una lógica interpretación de los hechos.

Don Bermudo Meléndez presentó una «Revisión de los Carpoideos de España», en la que tras un estudio morfológico y orgánico de tan interesantes Equinodermos, estudia los Carpoideos españoles haciendo una revisión histórica sobre los hallazgos y referencias que desde el año 1860 en que se realizó el primero han venido sucediéndose, haciendo una mención especial de los supuestos *Trochocystites* de Cataluña, cuyo género describe ampliamente citando las principales localidades de donde proceden los ejemplares hasta ahora recogidos y estudiados. Continúa su trabajo con el género *Decacystis*, que también describe, y termina haciendo unas observaciones sugeridas por el estudio comparativo del *D. hispanicus*, Gislén, con los *Trochocystites*.

Pronunció el mismo autor una conferencia que tituló «La evolución orgánica vista por un paleontólogo», en la cual señaló el gran problema planteado por esta cuestión

sobre el cual la Paleontología ha de decir la última palabra y de la certeza de la existencia de la evolución orgánica, sin la cual no tendrían explicación muchos de los hechos conocidos. Señala el disertante que es preciso, sin embargo, tener en cuenta que tal evolución corresponde a grupos sistemáticos reducidos, ya que para los elevados la macroevolución no es más que una hipótesis de trabajo.

Pone de manifiesto el carácter finalista de la evolución, y al hablar del origen del hombre señala que aun cuando sea posible la derivación del «cuerpo humano» a partir de uno de antropomorfo, es ésta otra hipótesis de trabajo, sin que pueda nunca pensarse que el hombre íntegro, es decir, el cuerpo dotado de espíritu, sea un producto natural de la evolución, sino de un acto especial creador del Sumo Hacedor.

La destacada geóloga portuguesa, de la Facultad de Ciencias de Oporto, doña Judite dos Santos, hizo una brillante intervención al hablar de los «Granitos da Serra da Estela», cuyo objeto fué la enumeración de las características macro y microscópicas de tres granitos encontrados en Cova de Boi y proximidades.

El profesor don Maximino San Miguel de la Cámara leyó su comunicación sobre «Las pegmatitas, su naturaleza, origen e importancia metalogénica», en la que hace un resumen analítico de las ideas expuestas en estos últimos años sobre estas curiosas rocas, para concluir afirmando que hay dos tipos de pegmatitas: unas sencillas, de origen eruptivo y otras metasomáticas de origen metamórfico, siendo estas últimas las más ricas en minerales y metales raros. Intervienen el profesor Custodio Morais para felicitar al conferenciante, y el presidente de la Mesa, que, de acuerdo con aquél, confirma la complicación de

sus problemas y la enorme difusión de tales rocas. En el mismo sentido intervienen el profesor Carrigton.

Don Clemente Sainz, profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, contribuyó con un trabajo muy extenso y detallado que tituló «Miscelánea de la historia fluvial española», en la que después de exponer lo que en la lucha por ampliar su cuenca los colectores fluviales, influyen los collados disimétricos, cita varios ejemplos, como el del ataque de la cabecera del Duero por los ríos circundantes y el de la del Ebro, en el que especialmente el Besaya amenaza con la introducción de grandes modificaciones.

Trata a continuación de la «guerra fluvial subterránea», estudiando el interesante caso del Garona, que para los franceses era único, y que el conferenciante demuestra ser uno más de los muchos existentes, y para demostrarlo se refirió a tres capturas más de análogos caracteres.

El profesor Coteló Neiva, de la Universidad de Coimbra, presentó dos interesantes comunicaciones; una sobre «Jazigo de blenda de possível interesse economico» y otra «O jazigo de Facuca (Cando, Serra do Marao) e a sua mineralização». En la primera, después de realizar su estudio, comenta el interés económico del filón debido al porcentaje de blenda que contiene y en la segunda estudia las relaciones paragenéticas de los minerales de aquel yacimiento y determina la granulometría de los de interés minero para una concentración de éstos.

Don Miguel Montenegro de Andrade presentó igualmente dos comunicaciones: «Un aspecto da semelhança entre as formações ígneas de Angola y Brasil», de cuyo estudio y ante la identidad de las dos provincias alcalinas, señala el caso como un magnífico ejemplo para ilustrar la

teoría de Wegener, imaginando unión entre Africa y América del Sur.

La segunda de ellas «Sobre o ouro das rochas graníticas de Angola» constituye un detallado estudio de tales rocas y del porcentaje del precioso metal que en algunas muestras se encuentra en cantidades económicamente aceptables.

El profesor don Francisco Hernández-Pacheco, al que fué imposible su asistencia, prestó sin embargo su colaboración con el envío de tres sendas comunicaciones muy interesantes sobre problemas africanistas.

El profesor don Gabriel Martín Cardoso expone su trabajo sobre «Los minerales de las calizas cristalinas de Cervera de los Montes (Toledo)». Después de los estudios del profesor Carandell sobre las calizas cristalinas del Guadarrama, los yacimientos situados en la vertiente sur de la cordillera Central, se han ido ampliando debido al interés de algunos de ellos, tal como el de la Machota Grande, que es explotado activamente por la magnesita que contiene, debida tal vez a un proceso de decalcificación de dolomitas de la zona profunda.

La caliza de Cervera de los Montes es también magnésiana, aunque este yacimiento contrasta con los de San Martín de Valdeiglesias, Robledo de Chavela y Colmenar Viejo, por su contenido en especies minerales, sobre el cual informa ampliamente en su trabajo el profesor Martín Cardoso.

En el campo de los estudios antropológicos fueron muy numerosos e interesantes los trabajos que se presentaron, todos ellos portugueses, destacando entre todos el del eminente profesor J. R. Santos Junior, «Pinturas rupestres de Riane (Moçambique)», por su alto valor científico y extra-

ordinario interés, y el de doña Emilia de Oliveira Mateus, titulado «Contribuções para o estudo do índice cefálico dos indígenas da Guiné portuguesa ; índice cefálico dos grupos étnicos continentais».

La autora de esta reseña presentó un trabajo referente al hallazgo de una huella problemática que titula «Una nueva huella en el Cámbrico metamórfico de Extremadura», de la que al parecer no se tiene hasta el momento presente ninguna referencia de ella. Se asemeja extraordinariamente a un Lepidodendro, si bien queda totalmente descartado tal parecido, debido a la edad del terreno en el que ha sido hallada.

Madrid, diciembre 1951.

El beneficio integral de las piritas

POR

FEODOR GOLDIS

dipl. ing. techn. phys.

FEODOR GOLDIS
dipl. ing. techn. phys.

EL BENEFICIO INTEGRAL DE LAS PIRITAS

INTRODUCCIÓN

Actualmente las piritas se queman con aire en hornos especiales para obtener gas sulfuroso, base de la producción de ácido sulfúrico. El residuo es un óxido de hierro, impurificado por azufre, del cual se separan por diferentes métodos las trazas de cobre, plomo, cinc, etc.

Hoy día no resulta económico emplear estos óxidos de hierro en el horno alto por el exceso de cal, preciso para neutralizar el azufre residual de la carga. Casi siempre estos óxidos son rechazados y únicamente en tiempos de apremio la industria siderúrgica los admite como carga parcial.

Una variante moderna de este sistema se llama flash-roasting y quema la pirita, molida a polvo en el hogar de una caldera de vapor, produciendo a la vez gas sulfuroso y calorías. Este procedimiento ya aprovecha el potencial energético del mineral—auténtico combustible—, pero no beneficia el hierro.

Corresponde a la técnica noruega el haber creado los primeros hornos de reducción integral de pirita, donde produce hierro bruto líquido y gas sulfuroso, sin emplear

coke, ni fundentes. Comunicación verbal de un ingeniero siderúrgico noruego en julio de 1940.

EL PROCEDIMIENTO NORUEGO

En el horno noruego el mineral de pirita en forma de cascote bruto desciende lentamente en una cuba vertical, quemándose con el aire precalentado, que se inyecta desde abajo, como ocurre en el actual horno alto.

Se produce gas sulfuroso, que junto con el nitrógeno del aire sale por arriba hacia el horno de contacto, mientras que el hierro líquido se acumula en el cubilote, desde donde se cuela periódicamente a lingotes.

Para iniciar la reacción, el horno frío se calienta por resistencias metálicas líquidas hasta los 800° C., a cuya temperatura se inicia la reacción y se interrumpe entonces el caldeo de arranque.

El horno produce continuamente sin fundentes, sin coke y sin gas, ni energía eléctrica, hierro fundido y gas sulfuroso.

El hierro obtenido contiene un exceso de azufre, que para muchas fundiciones—navales—no perjudica. Se puede eliminar escoriando con sosa Solvay.

La posibilidad de quemar la pirita con aire sin llegar a oxidar el hierro, únicamente depende de la verificación rigurosa de la cantidad de oxígeno y de las condiciones físicas de la reacción. La pequeña cantidad de óxido de hierro que se forma por condiciones de equilibrio termoquímico, fácilmente se elimina en la ulterior carburación del hierro hacia acero técnico, por reducción con el monóxido de carbono, que interviene en la carburación.

No constituye ninguna novedad para el siderúrgico, quien en el convertidor inyecta aire al hierro líquido para

quemar las últimas trazas de azufre y fósforo, juntos con el exceso de carbono, sin llegar en un adecuado soplado a oxidar el hierro.

Nosotros no tenemos que hacer otra cosa que combinar el flashroasting con la combustión selectiva de la pirita para llegar al beneficio integral del mineral.

EL NUEVO PROCEDIMIENTO

Basamos nuestro estudio teórico sobre la obra: *Introducción a la Doctrina de la Técnica*, que publicamos en Madrid 1949, en nuestro primer informe sobre el «Beneficio de las piritas de España», presentado al Excelentísimo Señor Director General de Industria, en febrero 1951.

El mineral se muele a finura de cemento y se quema en una corriente de aire. En lugar de oxidar todo el azufre empleamos un primer paso de destilación de la pirita cruda, donde el calor residual de las etapas subsiguientes descompone el bisulfuro de hierro en monosulfuro y vapor de azufre, y volatiliza todo el arsenio en forma de realgar. Así producimos una importante cantidad de azufre libre, de mayor valor comercial que el ácido sulfúrico.

Quemando en el reactor principal los sulfuros líquidos restantes, destilamos junto con el gas sulfuroso y el nitrógeno del aire, los vapores de cinc y plomo, mientras que la escoria líquida se separa por decantación de la aleación líquida: hierro-cobre.

La condensación escalonada del plomo y del cinc, por separado, da los dos metales en estado puro y libera el gas sulfuroso para el horno de contacto, donde produce oleum. El sulfuroso no reacciona con los dos metales, por evitarse cualquier traza de oxígeno o de vapor de agua.

Para separar el cobre del hierro destilamos la primitiva

aleación en alto vacío, condensando el sistema líquido: cobre-hierro hacia un reactor, donde inyectamos aire para oxidar el hierro hacia óxido y la mezcla binaria cobre-óxido de hierro se destila una última vez en alto vacío, condensándose cobre puro y volviendo el óxido de hierro hacia el ciclo de acero.

La masa principal de hierro líquido pasa a un carburador, donde monóxido de carbono, procedente de un gasógeno, lo carbura y reduce el óxido de hierro, procedente del circuito cobre... (y de la combustión inicial del azufre.)

Separamos el azufre del realgar por extracción con sulfuro de carbono, sin que nos haya sido posible averiguar datos, ni siquiera alguna muestra de realgar para comprobación experimental.

LA INSTALACIÓN PILOTO

Nuestro cálculo de una instalación piloto primero y de la ulterior industria sidero-metalúrgica después, constituye un tanteo profesional para justificar tal empresa y se encontrará en el libro que publicaremos sobre el tema. Aquí, tan sólo reproducimos al lado del esquema el calculado y balance final de la instalación piloto para dar una orientación general.

Este dispositivo de demostración industrial producirá una tonelada de acero en polvo, 0,57 toneladas de azufre, 1,75 toneladas de oleum y un excedente de 188 kilovatios hora en veinticuatro horas de marcha continua, funcionando con un capital total de ocho millones de pesetas, invertidas en treinta meses de realización.

LA INDUSTRIAL MINERO-SIDERÚRGICA

Basada en el fluctor nuevo producirá al año un millón de toneladas de acero elaborado, 570.000 toneladas de azu-

fre, 1.770.000 toneladas de oleum, 12.400 toneladas de cobre, 2.440 toneladas de cinc, 883 toneladas de plomo, 2.980 toneladas de realgar, con un excedente de 105 millones de kilovatios hora, a partir de 2,5 millones de toneladas de mineral tipo *San Telmo* y 4.500 toneladas de carbón.

Su instalación absorberá tres años y una inversión total de 1.500 millones de pesetas.

Debemos ahora enfocar el problema español del hierro. La actual producción nacional padece en España de una falta de coque metalúrgico y chatarra de importación, imprescindibles en los procedimientos actuales. Con las piritas se podrá producir acero y hierro sin coque y sin chatarra. Conocemos la actual planificación para obtener chatarra sintética y conseguir una suficiente producción de acero por los métodos tradicionales. Tan sólo podemos manifestar que el aprovechamiento integral de piritas hubiese constituido una posibilidad de máxima economía y de horizontes prácticamente ilimitados.

El consumo de 2,5 millones de toneladas de piritas anuales para producir un millón de toneladas de acero es insignificante frente a las 450 millones de toneladas que constituyen la reserva segura de la provincia de Huelva.

Antes de describir en detalle la instalación piloto, resumimos de nuestra obra sobre piritas las características principales de la instalación industrial.

EMPRESA MINERO-SIDERÚRGICA DE PIRITAS

La industria se emplaza en el puerto marítimo de Huelva, con embarque directo en cargos de exportación y cabotaje, eliminando el ferrocarril. El ácido sulfúrico concentrado—oleum—se exportará en buques—cisterna, a semejanza de petróleo—. La industria no solamente elabora

los diferentes metales, sino produce perfiles de laminación, como chapas, vigas, etc., por nuevos métodos de extrusión y laminación de polvos descritos en nuestra citada obra.

EL TRANSPORTE DE MINERAL

La pirita se muele y se concentra a polvo fino en bocamina de San Telmo (Huelva), a 80 kilómetros al norte de Huelva, y llega por tubería hidráulica, suspendida en agua, al puerto.

La tubería posee un ramal de bajada para el lodo emulsionado y otro de subida para el agua de circulación, renovada del río Odiel en la misma ría de Huelva. El desnivel, de 300 metros, se vence en cuatro estaciones elevadoras, donde se combina turbina de bajada con compresor elevador y motor eléctrico compensador.

El hierro se carbura al acero 1 por 100 C, empleando en la producción anual de un millón de toneladas tan sólo 4.500 toneladas de carbón corriente.

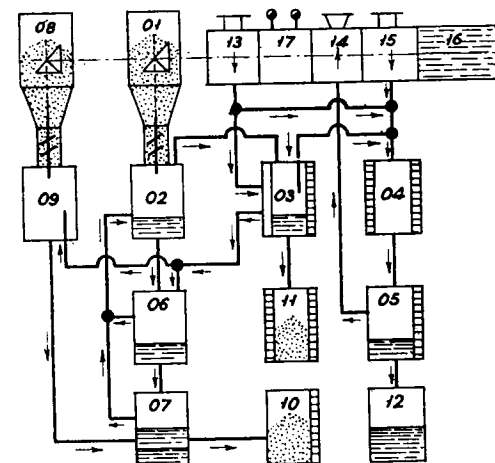
INSTALACION PILOTO

DESCRIPCIÓN TÉCNICA. EL FLUCTOR

Según el esquema de la figura, el polvo de pirita, molido a malla 200, pasa del depósito 01 por el husillo de inyección al destilador 02. Al destilador 02 penetra por otra parte el gas caliente procedente del reductor 06 y del carburador 07. Se compone de sulfuroso, monóxido y dióxido de carbono y nitrógeno. Su calor basta para descomponer el bisulfuro de hierro hacia monosulfuro y vapor de azufre en contracorriente, de modo que en el fondo del

destilador se acumula el monosulfuro líquido y por arriba sale el conjunto de gases y vapor de azufre hacia el condensador 03.

En el condensador 03 el azufre se condensa en forma líquida sin reaccionar con los gases, exentos de oxígeno y de vapor de agua, y baja al depósito de azufre 11. El calor



de condensación 03 se recupera en la camisa exterior, recorrida por el aire para 06 y 09, por una parte, y produciendo vapor de agua por otra parte, para la turbina de vapor 16. El calor recuperado produce energía mecánica en dicha turbina que, conjuntamente con la turbina de escape 14, suministra la energía para el compresor de aire 13, de agua 15 y la dinamo de energía sobrante 17.

Del condensador 03 los gases pasan al contacto 04, donde entran a la vez que el aire nuevo y el agua precisa para formar oleum. En este esquema fundamental no importa de que eventualmente la formación de trióxido sea separada de la hidratación final. La elevada presión per-

TABLA 01
Instalación-Piloto

Denominación	Producto	°C	Atms.	Seg.	m ³	t/24h	gr/seg.	Kcal/seg.	Kw.
01 Tolva piritas... deposit pyrite.	FeS ₂	50	1	24h	1	2,14	24,8	—	—
02 Destilador..... still.	FeS, S, SO ₂ , CO, CO ₂ , N ₂ .	1060	11	30	0,15	—	—	—	—
03 Condensador... Condenser.	S, SO ₂ , CO, CO ₂ , N ₂ .	125	11	30	0,22	—	—	4,512	—
04 Contacto..... Contact.	SO ₄ H ₂ , CO ₂ , N ₂ .	500	11	10	0,08	—	—	2,29	—
05 Condensador... Condenser:	SO ₄ H ₂ , CO ₂ , N ₂ .	100	11	30	0,18	—	—	8,262	—
06 Reactor.....	Fe, SO ₂ , N ₂ .	1882	11	1	0,02	—	—	—	—
07 Carburador.... Carburetor. Steel.	Acero CO, CO ₂ , N ₂ .	1817	11	60	0,09	—	—	—	—
08 Tolva carbón... deposit coal.	Carbón..... Ocal.	50	1	24h	0,04	0,037	0,43	—	—
09 Gasógeno..... Generator.	CO, N ₂ .	1250	11	1	0,0013	—	—	—	—
10 Depósito.....	Acero... Steel.	100	1	24h	0,4	1,01	11,7	4,023	—
11 Depósito.....	Azufre..... Sulfur.	100	1	24h	0,6	0,57	6,62	0,098	—
12 Depósito.....	Acido (oleum)..... Acid.	100	1	24h	0,945	1,75	20,245	—	—
13 Compresor.....	Aire.....	50	1/11	—	—	—	46,66	—	13
14 Turbina.....	CO ₂ , N ₂ .	100	11/1	—	—	—	—	—	7,79
15 Compresor.....	Agua water.....	50	1/11	—	—	0,322	3,72	—	0,004
16 Turbina.....	Vapor steam.....	210	20/0,2	—	(0,1)	(0,004)	31,1	19,185	16,1
17 Dínamo.....	Kw.....	—	—	—	—	—	—	—	8,8
					3,8 m ³				

102

10

FEODOR GOLDIS

T A B L A 03
Instalación Piloto
Pilot Plant

CAPACIDAD ANUAL:	360 Toneladas polvo de acero Tons steel powder
	205 Toneladas flor de azufre sulfur
	630 Toneladas ácido sulfúrico sulfuric acid 100 %
	63.000 kw horas kw hours
CAPITAL SOCIAL:	8 millones de pesetas.
EMPLAZAMIENTO:	Zona de Huelva.
	SITE
GRUPO PRODUCTOR:	10 personas.
	PERSONNEL
PLAZO MONTAJE:	42 meses.
TERM OF ERECTION	months.

BALANCE ANUAL-YEARLY BALANCE

Año de 360 días hábiles Amortización: 5 años.
 Year of clear days

GASTOS. CHARGES

Mineral, ley 75 % ^o , 1080 toneladas	150,5 pesetas tonelada..	167.200 ptas.
Carbón, coal 90 % ^o , 14,8 toneladas	225 pesetas tonelada..	3.300 »
Amortización		1.600.000 »
Explotación		1.000.000 »
Impuestos Taxes.		1.000.000 »
TOTAL		3.770.530 ptas.

INGRESOS. GROSS REVENUES

Acero en polvo.. 360 toneladas	10.000 pesetas tonelada..	3.600.000 ptas.
Steel powder.		
Azufre flor 205 toneladas	1.630 pesetas tonelada..	334.000 »
Sulfur flower.		
Acido oleum 630 toneladas	1.473 pesetas tonelada..	929.000 »
Energía eléc ^a 63.000 kwh	0,1 peseta kwh.	6.300 »
TOTAL		4.869.000 ptas.

INGRESOS: GROSS REVENUES. 4.869.300 ptas.
 GASTOS: CHARGES. 3.770.530 »

BENEFICIO ANUAL. ANNUAL PROFIT 1.598.770 PTAS.

mite aumentar la temperatura a 500° C y elimina catalizadores.

También el contacto 04 suministra calor sobrante. El oleum se forma al tiempo que se quema el resto de monóxido de carbono.

Del condensador 05 sale por abajo el oleum líquido y por arriba el gas de escape, compuesto de dióxido de carbono y nitrógeno.

El oleum se deposita en el recipiente 12, mientras que el gas de escape trabaja en la turbina 14.

Después de concluir nuestro estudio conocimos los trabajos de Jeanprost en Francia sobre la aplicación del principio de Kubierschky a fluctores industriales, encontrando la plena justificación de nuestra iniciativa y encontrándonos con la grata sorpresa de ver la teoría completa de nuestros fluctores, elaborada por la ciencia francesa. Esperamos dedicarnos especialmente a dicho progreso en el libro sobre piritas.

Del mismo modo nuestra sugerencia del arrastre hidráulico de mineral por pipeline entre tanto ha sido descrita por la técnica norteamericana para el transporte transcontinental de carbón: mina-consumidor.

Madrid, 26 de diciembre de 1951.

Gestación y tránsito de los continentes y de los mares

POR

HANS STILLE

HANS STILLE

GESTACION Y TRANSITO DE LOS CONTINENTES Y DE LOS MARES

Versión directa del original alemán titulado *Werden und Vergehen der Kontinente und Meere*, aparecido en «Die Erde» Zeitsch. der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin, cuaderno 1, 1949 (según una conferencia dada en la mencionada Sociedad en mayo de 1944).

(Traducido por JOSE M.^a RIOS)

INDICE

- 1) Observaciones preliminares.—2) Creación de nuevos continentes.—
- 3) Hundimiento de ámbitos continentales mediante formación de nuevos océanos.—4) Los arqueo-océanos con consideración especial del Pacífico.—5) El Atlántico como océano intermedio (genéticamente hablando).—6) Ge-tación y tránsito de los continentes y océanos a la luz de la tectónica pre-neogeica.

1) *Observaciones preliminares.*

Podemos reconocer tres tipos de grandes elementos geotectónicos («mega-esferas») en la historia del desarrollo de la corteza de nuestro globo, y son los altocratones continentales (1), los bato-cratones suboceanicos y los ortogeo-

(1) «Kraton» = Rígido, es decir fragmento o elemento de la corteza terrestre que ya no es susceptible de deformación con tipo alpino de plegamientos sino, todo lo más, con tipo germánico. Esta definición

sinclinales. De estos grandes elementos, los que ya existían al iniciarse los tiempos cámbricos se designarán en adelante—independientemente de si su estado ha sido alcanzado más pronto o más tarde dentro de los tiempos precámbricos—como «arqueo»-altocratonos («arqueo»-continentes), «arqueo» - batocratonos («arqueo» - océanos) y «arqueo»-ortogeosinclinales. Sólo al final (capítulo 6) se tratará de la designación «arqueo» también en su significación para los tiempos más arcaicos de la Tierra.

Tanto en el caso de los alto—como de los bato—cratonos se trata, como indica el mismo nombre de cratón (ver nota 1), de regiones estables, es decir, que no son ya susceptibles de plegamiento según el tipo alpino de deformación. Por el contrario, los ortogeosinclinales son ámbitos que tienen aún capacidad de deformación de tipo alpino.

En las consideraciones geotectónicas el concepto de continente (alto-cratón) no coincide por completo, con lo que normalmente suele comprenderse por la palabra «Tie-

—como la mayor parte de las expresiones especializadas que se usarán a continuación— está contenida en el *Vocabulario especial* de H. STILLE, en su *Einführung in den Bau Amerikas*, 1940, págs. 653-659 (que a su vez está traducido en su mayor parte en el *Vocabulario de voces tectónicas*, publicado por el traductor en «Estudios Geológicos» núm. 4, Madrid, 1946).

Acerca de la fundamentación más exacta de muchas de las consiguientes consideraciones y en no menor grado las del capítulo final, se recomienda el examen del trabajo publicado bajo el título *Geotektonische Gliederung der Erdgesichte* en el cuaderno 3 de la «Math und Naturw. Klasse», Academia Prusiana de Ciencias, 1944 (citado en este trabajo con la designación de STILLE, 1944 a), de donde se han tomado las ilustraciones 12 y 13. Este trabajo ha aparecido traducido en «Estudios Geológicos» núm. 13, Madrid, 1951, con el título *El motivo temático del desarrollo geotectónico de la Tierra*. Las figuras 2 y 6-10 proceden de un trabajo aparecido en la misma serie (1944, cuaderno 11) intitulado *Geotektonische Probleme des pacifischen Erdraumes* (que se cita en este trabajo con la designación de STILLE, 1944 b).

rra firme» (Festland)), es decir, aquellas que se alzan sobre el mar, ya que tierra firme y mar no son, para las consideraciones geológicas que se extienden a lo largo de tan amplios períodos de tiempo, conceptos utilizables como permanentes. Imaginemos visualmente las variaciones que han experimentado los límites de las tierras firmes de Europa, solamente en los breves períodos de tiempo del Cuaternario. O pensemos en el permanente ir y venir de los mares, que se registra en las alteraciones de depósitos continentales y marinos, correspondientes con frecuencia a muy breves períodos de tiempo. A conceptos utilizables para períodos de más larga o incluso de muy larga duración, sólo llegamos cuando añadimos a las tierras firmes sus zonas marginales de mares someros—los zócalos—y cuando hablemos en este sentido de continentes o de bloques continentales. Geofísicamente, definiremos los bloques continentales como poderosas acumulaciones siálicas, es decir, masas corticales relativamente ligeras, mientras que los batocratonos sub-océánicos sólo contienen una proporción relativamente débil de sial sobre las profundas y pesadas masas simaicas que pronto asoman bajo aquél.

En los ámbitos limítrofes entre los continentes y los océanos profundos es donde se sitúan los ortogeosinclinales, los escenarios de futuros plegamientos. En vista de estas circunstancias hay que designarlos como próximo-continenciales. Estos «geosinclinales flanqueantes»—como también los podríamos llamar—se oponen como concepto a los ortogeosinclinales intercontinentales («mediterráneos»), cuyo ejemplo más conocido lo tenemos en el Tethys eurasiático, que en América tiene su contrapartida en el Tethys antillano. Los geosinclinales flanqueantes constituyen el tipo fundamental, o basal, del cual se deduce el caso especial de los intergeosinclinales, cuando dos conti-

entes se han aproximado tanto que sus dos geosinclinales flanqueantes que los acompañan marginalmente se unen en uno mediterráneo (fig. 1).

Así es como se desarrollan en América, en la gran brecha situada entre el arqueo-continente norteamericano Laurentia, y el arqueo-continente sudamericano Brasilia, dos

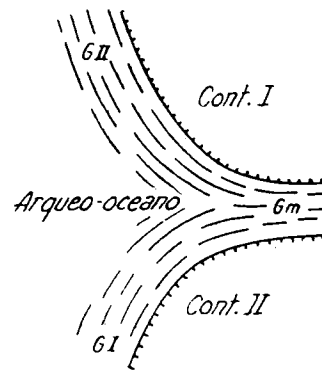


Fig. 1.—Geosinclinales flanqueantes y geosinclinales intercontinentales (mediterráneos). Los geosinclinales flanqueantes (GI y GII) se convierten en uno solo intercontinental (GM) allí donde los continentes se aproximan. El croquis se basa en las circunstancias muy esquematizadas de América Central.

geosinclinales flanqueantes, uno que desciende por el N. a lo largo de Laurentia y otro que asciende por el S. a lo largo de Brasilia hasta unirse ambos allí en un geosinclinal mediterráneo antillano.

Cuando en adelante hablemos solamente de geosinclinales, no implicaremos en este concepto más que los ortogeosinclinales de «tipo alpino», es decir, aquellos que se caracterizan por su desarrollo y configuración muy alargados, y que con frecuencia abarcan casi todo el Globo, así como por muchas circunstancias de facies, y sobre todo

por su tipo magmatológico (¡Magmatismo inicial!), que están sometidos a hundimientos seculares, de los que surgen los conjuntos de plegamiento de tipo alpino. A ellos se contraponen los parageosinclinales (tipo germánico), que no son próximo—ni inter—, sino intra-continentales, por consiguiente originados en yacientes ya consolidados, y precisamente de eso depende que en ellos puedan desarrollarse, todo lo más, orogénesis de tipo germánico.

Está muy extendida actualmente, sobre todo entre los geofísicos, la idea de que los continentes y los mares profundos son entidades permanentes, eternas («teoría de la permanencia»). Es sin embargo una concepción errónea la de que la teoría de la isostasia exija esta «permanencia». Es por el contrario demostrable, de varios modos, que por relación de dependencia con procesos que están inmediatamente registrados en las estructuras de la corteza o que se deducen forzosamente de ellas, como consecuencia del concepto de la isostasia, resulta directamente el hecho de que los continentes deban originarse y desaparecer. Si nos sujetamos a la interpretación que AIRY da a los valores de la gravedad de nuestra Tierra, encontramos que la disposición de una porción terráquea a mayor o menor altura está condicionada por el mayor o menor grosor de sial existente bajo aquélla, y si se altera este espesor así debe, de acuerdo con las exigencias de las leyes isostáticas, alzarse o descender aquella porción de la corteza. En casos aislados podría, según la interpretación que da PRATT a las circunstancias de los valores de la gravedad de la corteza terrestre, tener lugar un incremento del peso específico de las masas siálicas, bien por penetración de masas magmáticas más pesadas, desde abajo, o también por metamorfosis de las rocas (peso específico de las arcillas piza-

reñas = 2, de los filadios = 2, 7) que favoreciese el hundimiento de regiones corticales (2).

Generalizando diremos que, para la interpretación de muchos fenómenos tectónicos, hoy en día no podemos mo-

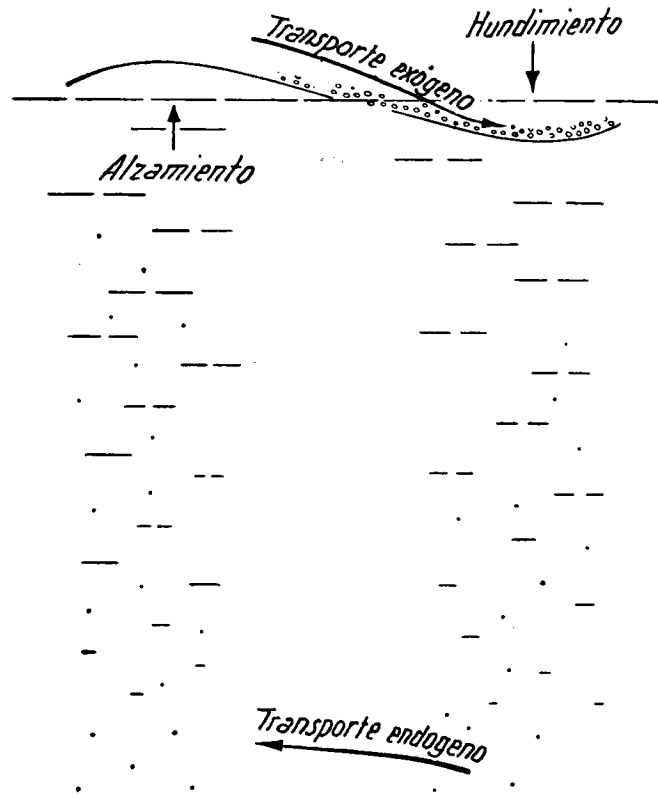


Fig. 2.—Transportes endógeno y exógeno de Sial en el transcurso del desarrollo de los ortogeosinclinales (Stille 1944, b, fig. 9).

vernemos sin la aceptación de movimientos en los profundos y móviles ámbitos corticales. En este orden de ideas tene-

(2) A este objeto consúltense, p. e., las explicaciones de AXEL BORN en «Fortschritte der Biologie und Paläontologie», tomo X, cuaderno 32, Berlín, 1933, págs. 41 a 49.

mos que aceptar ya, para el desarrollo del proceso de los sinclinales, «corrientes subterráneas siálicas» que van de éstos a los continentes limitantes. En la figura 2 vemos, a la derecha, el geosinclinal y a su izquierda el geanticlinal. Los geosinclinales se rellenan en la medida que se hunden, al mismo tiempo que los geanticlinales se encuentran en proceso de alzamiento y suministran permanentemente material a los geosinclinales. Así se acumulan, en los geosinclinales, muchos miles de metros de sedimentos, es decir, de material pétreo siálico, mientras que los anticlinales proporcionan continuamente sial. En este proceso se conserva la superficie de los geosinclinales aproximadamente al mismo nivel, y esto exige la concepción geofísica de que bajo aquél se mantiene aproximadamente la potencia siálica, aunque por camino de sedimentación se le suministra continuamente sial. Apenas queda otra explicación que la de admitir que, como compensación de las transposiciones exógenas de sial que tienen lugar de los geanticlinales—así como de los continentes—a los geosinclinales, hay en profundidad una transposición inversa de movimiento siálico de los geosinclinales a los continentes. Es tanto más fácil imaginar una tal corriente profunda, cuanto que en la formación de geosinclinales se trata de procesos de la más extrema lentitud. A juzgar por la potencia y por la duración en los tiempos geológicos, de sus depósitos, el descenso de los ortogeosinclinales no es sino una diminuta porción de milímetros cada año, según el promedio de muchos ejemplos, quizás de 1/40 de milímetro, lo que supone un hundimiento de ¡25 ms. por millón de años! Correspondientemente la migración profunda de sial ligada al hundimiento del geosinclinal debe verificarse de igual manera con extremada lentitud. Así es como incrementos relativamente reducidos de la movilidad del material siáli-

co como los que resultan de incrementos de carga o de temperatura, incluso a profundidades relativamente escasas, pueden haber bastado para hacer posible la migración lateral, sin que para ello necesitemos aceptar un estado formalmente magmático, es decir, una tal medida de movilidad que bajo determinadas circunstancias permitan alcanzar más altas regiones corticales o incluso la superficie.

2) *La creación de nuevos continentes.*

El caso más sencillo de alzamiento de masa siálica en una porción terráquea se da en el plegamiento de los geosinclinales; debido a ello, su contenido siálico, obligado a reducirse en espacio, debe buscar su desarrollo en dirección vertical. A la potencia resultante de la porción subterránea siálica corresponde una disposición isostática que convierte el anterior ámbito geosinclinal en zona elevada. Como consecuencia los ámbitos geosinclinales que en general se encuentran previamente a nivel del mar, se transforman por plegamiento en ámbitos emergidos. Los plegamientos, y los procesos magmáticos que los acompañan, han hecho que la movilidad correspondiente al estado ortogeosinclinal dejase lugar a la estabilidad de las circunstancias continentales.

Si examinamos ahora las zonas individuales de nuestro continente en relación con la edad de los procesos orogénicos que les han prestado su estado rígido continental, es decir no propicio ya a posterior plegamiento de tipo alpino, nos encontramos en primer lugar con ámbitos que se habían consolidado ya al comienzo del cámbrico, incluso en los tiempos neo-algónquicos, y que por consiguiente deben designarse como *arqueo-continentales*. Su último gran

plegamiento lo habrán experimentado, lo más tarde, en la fase algónica (ver fig. 13), entre el algonquiense inferior y el superior. Su carácter de arqueo-continentes viene expresado por el hecho de que los sedimentos del paleozoico inferior, incluso ya los neo-algónquicos, yacen todavía hoy más o menos tendidos o muestran, como máximo, reducidos plegamientos (de tipo germánico).

Junto a estos arqueo-continentes, y también entre ellos, existían ámbitos ortogeosinclinales, a los cuales corresponde la designación de *arqueo-geosinclinales*, porque ya estaban acusados en los tiempos precámbricos. Basado en el estudio de innumerables áreas individuales, se puede incluso afirmar que prácticamente todos los ámbitos geosinclinales, en los cuales se han desarrollado a lo largo del transcurso de los tiempos plegamientos de tipo alpino, han sido parte de antiguas grandes unidades geosinclinales existentes ya antes del cámbrico.

El que estas grandes entidades se hayan subdividido repetidamente en geosinclinales y geanticlinales secundarios o derivados, no se opone al concepto de geosinclinal, sino que se corresponde con los hechos que caracterizan las circunstancias geosinclinales en prácticamente todos los tiempos y todos los ámbitos terráqueos.

A los arqueo-continentes y arqueo-geosinclinales se unen, como tercera categoría de espacios viejos, los *arqueo-oceános*. Del conjunto de estos tres tipos de unidades se compone la *imagen precámbrica* de arranque, a partir de la cual se ha completado todo el desarrollo tectónico post-algónquico de la corteza terrestre.

Para lograr un concepto o imagen del enorme desarrollo de los espacios arqueo-geosinclinales de nuestra Tierra, no basta con enumerar los dominios de los plegamientos posteriores a los tiempos arcaicos; mucho más tenemos

que fijarnos en que las zonas de plegamiento hoy existentes muestran, con respecto a los geosinclinales de que surgieron, notables estrechamientos que en muchos casos pueden alcanzar a la mitad, incluso a menos, de la primitiva amplitud.

A partir de las circunstancias de partida nealgónicas muestra nuestra corteza terrestre, hasta hoy, un desarrollo consecuente si consideramos que en el transcurso de las eras y fases orogénicas (representadas en la figura 13) los ámbitos orto-geosinclinales han ido en reducción sostenida y han sido sustituidos por dominios continentales.

Es cierto que encontramos fases de retroceso intercaladas en este gran proceso de consolidación, en forma de «regeneraciones», es decir, de retorno de espacios ya rígidos al estadio geosinclinal (ver fig. 13). Pero no han sido sino anuncios de un renovado plegamiento de tipo alpino tanto más enérgico, que los ha equilibrado casi siempre.

Al alcanzar gradualmente, mediante las orogénesis, los primitivos dominios próximos e internos de los arqueocontinentes, el estado continental, han crecido éstos, soldándose frecuentemente hasta constituir mayores unidades.

Así se mostraron, como lo expresó A. BORN, los arqueocontinentes como las «células matrices» de los bloques continentales de tiempos posteriores.

Así, pues, tenemos que oponer los «neocontinentes» a los «arqueocontinentes». Por ejemplo, en el ámbito y regiones vecinas de la Europa actual (fig. 3) tenemos tres grandes continentes arcaicos, que son al Este Fennosarmacia (Rusia), al Sur arqueo-Africa (como parte del gran arqueo-continente de Gondwana) y al Noroeste un apéndice oriental del arqueo-continente norteamericano de Laurentia, que entonces se extendía hasta el actual dominio nord-Atlántico. Un fragmento arcaico se puede admi-

tir como aún existente en el fondo del mar de Barent como apéndice de Fennosarmacia, a partir de muchas consideraciones (H. FREBOLD). Al Suroeste de Europa yacía el Atlántico arcaico septentrional, y muy al Norte puede

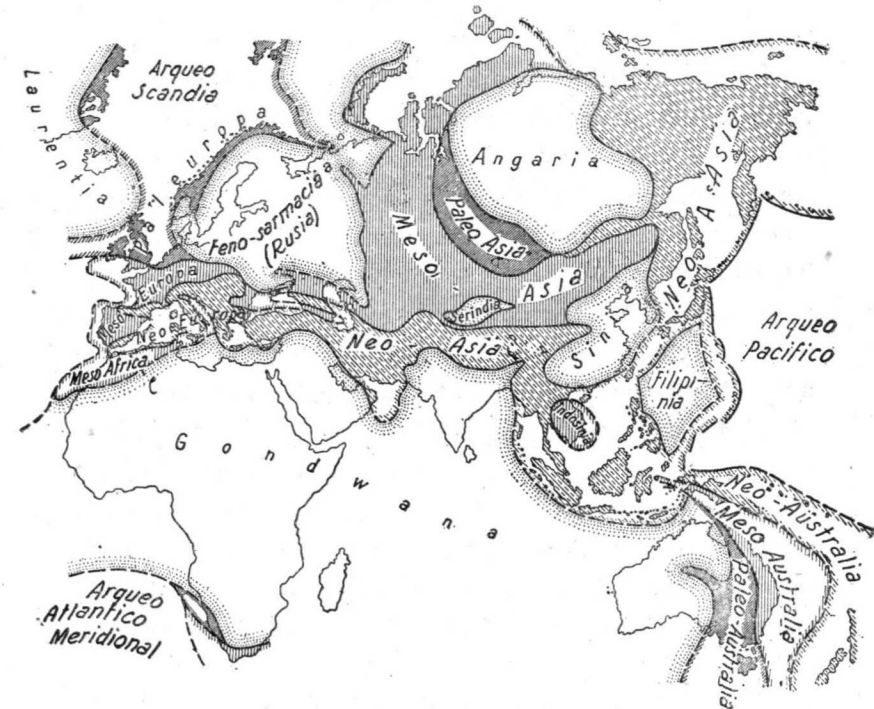


Fig. 3.—Esquema general geotectónico del Viejo Mundo.

que existiera una arqueo-Scandia. El resto del actual ámbito europeo era de tipo arqueo-geosinclinal.

El desarrollo de Europa se ha logrado mediante el paso gradual del espacio ortogeosinclinal enormemente grande comprendido entre y junto a los arqueocontinentes al estado continental, alcanzado mediante la consolidación lograda en primer lugar, en la primera de las grandes eras de plegamiento postcámbricas, la caledónica, que consoli-

dó el Norte hasta convertirlo en la «paleo-Europa», mientras que durante la segunda, la varisca, las más amplias regiones de la actual Europa media y occidental experimentaron su plegamiento y consolidación como «meso-Europa», y finalmente durante la tercera o neoiódica, experimenta su plegamiento la parte meridional «neo-Europa».

Lo que se ha dicho para Europa sirve en principio para las restantes porciones terráqueas. Así, América también poseyó (fig. 4) su núcleo arcaico en la Laurentia septentrional, que alcanzaba desde las actuales cordilleras norteamericanas hasta los espacios europeos (Groenlandia e Islas Británicas), donde ya lo citamos antes. En Sudamérica yacían dos viejos núcleos, que prontamente, al parecer, se vieron soldados, y son Brasilia y Patagonia, y muy al sur teníamos el viejísimo macizo del Antártico. Alrededor de estos núcleos se han completado las anexionnes, de las cuales, las caledónicas («paleo-americanas») sólo en escala muy reducida (Groenlandia), pero las variscas («meso-americanas») ya en mucha mayor amplitud, mientras que todo el sistema completo de las cordilleras americanas junto con el ámbito insular de América Central ha de designarse como «neo-América».

Vemos cómo en el actual dominio de Norteamérica la proporción correspondiente al arqueo-núcleo lauréntico es muy extensa, de manera que las anexionnes posteriores aparecen como añadidos relativamente insignificantes, mientras que en la actual Europa las ampliaciones predominan con relación a las viejas piezas nucleares. Así se comprende cómo el principio de la conservación de los continentes fué muy aceptado en América, mientras que encontró poco eco entre los geólogos europeos.

Un vistazo al cuadro geotectónico del norte de la totalidad del Viejo Mundo (fig. 3) nos muestra no menos de

cinco arqueo-continentes aun emergentes (aufragende): Laurentia, Rusia, Angaria, Sinia y el pequeño macizo de

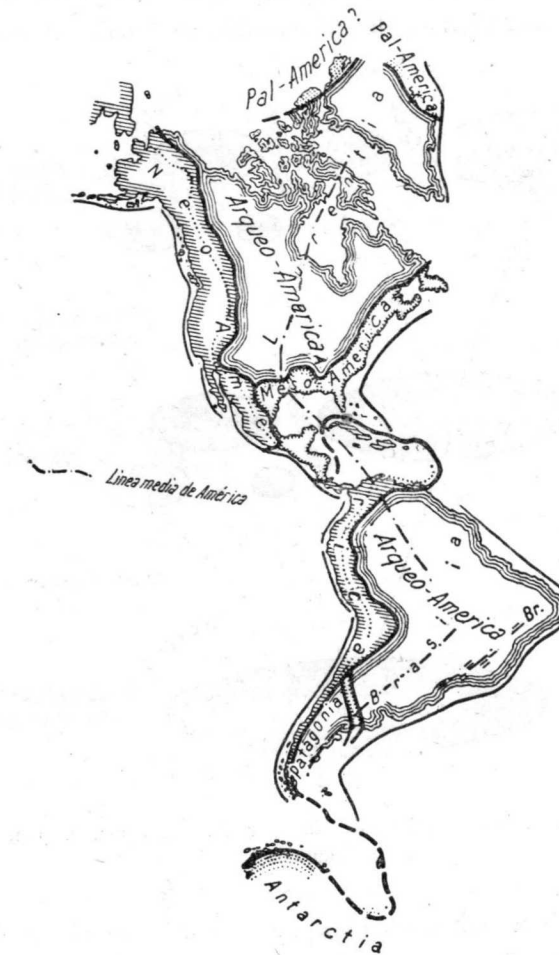


Fig. 4.—Esquema general geotectónico de las Américas (según el «Zeitschr. Deutsche Geol. Ges.», 95, 1943, fig. 34).

Serindia, situado entre Tianschan y el sistema de Kuenlun. También hay que suponer existente una masa arqueocontinental en el fondo del mar de Filipinas, de acuerdo

con muchas consideraciones. Entre estos viejos núcleos se encontraba el ámbito geosinclinal arcaico eurasiático, que a semejanza de Europa, ha sido convertido en ámbito continental, sea bien en la era caledónica («paleo-Asia»), sea

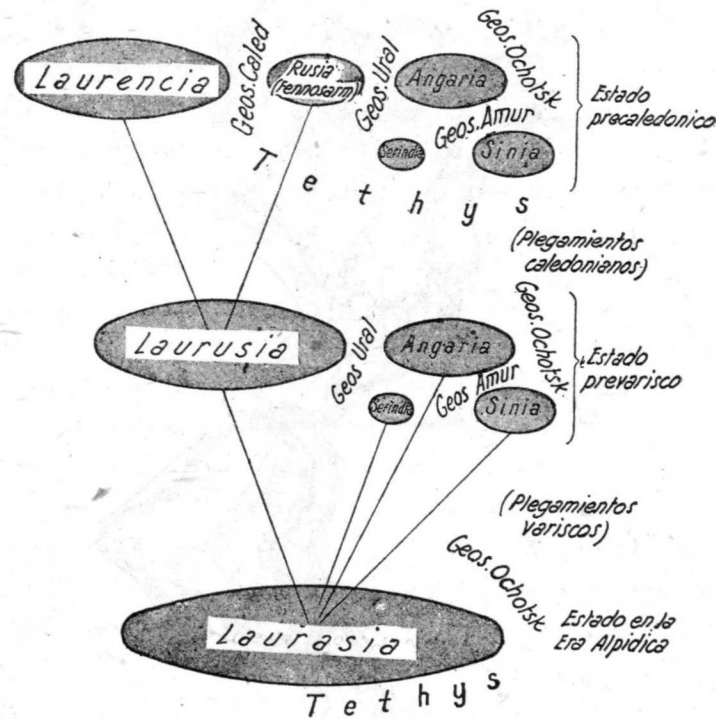


Fig. 5.—Árbol genealógico de la porción terráquea septentrional, Laurasia.

en la varisca («meso-Asia»), de manera que al fin de la era varisca sólo quedaba el espacio de las futuras grandes montañas, el neo-Tethys, que experimentó su consolidación en la era alpídica (neóidica). Tres enlaces geosinclinales conducían desde el sur a través del actual dominio eurasiático, hasta el mar arcaico antártico, a saber, los «canales» caledónico, urálico y ochotskico. Uno tras otro han

sido presa del plegamiento y llevados al estado continental. Como al tener ello lugar (fig. 5) se unió Laurentia con Rusia, se originó la unidad post-caledónica de Laur-Rusia, que después, en la era varisca, se amplió hasta convertirse en la gran tierra septentrional pre-neoídica de Laurasia, de manera que finalmente sólo quedó el «canal» de Ochostkia, cuya consolidación tuvo lugar en la era neoídica.

Al sur del Tethys eurasiático, del Atlántico arcaico septentrional y del espacio centroamericano-antillano existía ya en los tiempos nealgónquicos como unidad compacta arqueo-continental la vieja tierra meridional de Gondwana, de la que aún quedan restos fragmentarios en Sudamérica («Gondwana occidental» (3) o Brasilia) en Africa, Madagascar e India («Gondwana media» o Indo-Africa), en Australia («Gondwana oriental» o Australia) y en el Antártico («Gondwana meridional» o «Antártica»).

Hemos tropezado por consiguiente con un gran contraste entre los desarrollos geotectónicos de las porciones terráqueas septentrional y meridional, que influyó decisivamente en el desarrollo posterior terráqueo, condicionando nuevos contrastes. Descansa en el hecho de que la parte meridional o Gondwana existía ya primordialmente como un continente compacto y cerrado, mientras que la parte septentrional o Laurasia sólo alcanzó este estado de consolidación, que ya poseía la porción meridional, a lo largo del transcurso de los tiempos paleozoicos. Si acudimos a la designación corriente en América, de los arqueocontinentes como las «regiones nucleares», hay que señalar a la porción terráquea meridional como uninuclear, a la septentrional como un continente polinuclear.

Hemos visto cómo nuevas zonas continentales han sido

(3) Véase fig. 7 en «Geolog. Rundschau», tomo XXX, 1939, pág. 327.

creadas mediante plegamientos y sus fenómenos satélites (orogénesis) en ámbitos en que reinaban antes circunstancias geosinclinales, así es que hay que designar o considerar *los continentes como construcciones orógenas*, lo que es cierto no sólo para los nuevos, sino también para los arqueo-continentes. Ya que éstos también han surgido, en el transcurso de ciclos geotectónicos y geomagmáticos, de geosinclinales que en sus líneas más generales son comparables con los que se originaron después, solamente que todo ello se desarrolló en tiempos mucho más antiguos y nunca más tarde que el plegamiento algómico (entre el neo-algónico inferior y el superior). Por el contrario, no hay la menor traza de arqueo-continentes, considerados como una primera costra de consolidación de la Tierra.

3) *El hundimiento de ámbitos continentales y consiguiente formación de neo-océanos.*

Así como después de las anteriores manifestaciones resulta insostenible el dogma de que no pueden originarse nuevos continentes, lo mismo ocurre con el que afirma que no pueden originarse océanos profundos en áreas antes ocupadas por continentes.

De esta manera oponemos nosotros los procesos *constructivos* que crean los continentes, y que como vimos pertenecen al conjunto de los acontecimientos orogénicos, a los *destruictivos* que los hacen desaparecer. Una indicación inmediata del hundimiento de zonas marginales continentales la tenemos en los valles de surco submarino que se sitúan en la prolongación de nuestros ríos actuales, y aparecen tallados en el zócalo continental y aún más abajo hasta los océanos profundos. Es de antiguo conocido el surco que prolonga el río Congo en 50 kilómetros de lon-

gitud por el fondo del océano Atlántico hasta una profundidad de 2.000 metros, que corta las mesetas submarinas contiguas al continente con un cañón que alcanza los 500 metros de hondo. Para este tipo de relieve sumergido, que es una manifestación corriente de las zonas marginales de nuestros continentes, y que se ha investigado en forma muy interesante modernamente en ambas costas de Norteamérica, no puede (a pesar de muchos intentos de interpretación de diversos tipos) darse otra explicación que la de que se desarrollaron sobre tierra firme, y que posteriormente descendieron las bandas marginales de tierra firme que las contienen. Pero esto tiene que haber ocurrido en épocas recientes, puesto que si no se hubieran colmatado los surcos. Tenemos, pues, aquí una imagen inmediata del hundimiento, así como del doblamiento hasta grandes profundidades, de regiones antes continentales.

No se puede dudar del hundimiento de ámbitos que fueron continentales, pero se debe cumplir una condición, de acuerdo con las exigencias isostáticas, que es la de disminución de aquel gran espesor síalico que condiciona el estado continental al reducido espesor que se da bajo los mares profundos.

Un papel especial desempeñan en la disgregación de los continentes (como en general en la tectónica de los espacios cratónicos) determinadas direcciones privilegiadas del gran mosaico de escollos de nuestra Tierra, que he designado como direcciones *D*, y que transcurren diagonalmente con respecto a las directrices *B*, predominantemente orientadas de este a oeste (arrumbadas a los paralelos), que rigen nuestros sistemas plegados.

Se trata de dos direcciones principales subordinadas a la dirección *B*, de los plegamientos, y constituidas por la orientada al Noroeste (sistema *D*₁) y la orientada al Noreste

(sistema D_2). En los sistemas D se pone de manifiesto aquel plan de fracturamiento que domina enormes elementos de nuestra Tierra. Sin embargo, no debe tomarse la designación «diagonal» en sentido exageradamente literal, ya que tanto en el sistema D_1 o N. O., como en el D_2 o S. E., pueden variar intensamente los arrumbamientos, bajo la posible influencia de anisotropías preexistentes, tales como viejísimas alineaciones. El sistema N. E. (D_2) muestra tantos tránsitos a la dirección rhenana (N. NE.), que debe atribuirse a ella: Manifestaciones de desintegración se presentan según las direcciones D cuando el basamento, como consecuencia de anteriores plegamientos e intrusiones, se ha hecho tan rígido que no puede reaccionar ya por plegamientos a las fuerzas de compresión de nuestra Tierra. Como dirección especialmente destructiva en la desintegración de masas continentales, se ha manifestado la dirección rhenana.

E. SUSS inició su monumental trabajo «La Faz de la Tierra» con la conocida observación de que nuestros continentes terminan hacia el Sur en forma de cuña; son ejemplo de ello Sudamérica, Sudáfrica, India anterior y Groenlandia.

Esta forma de cuña se ha originado por la creación de grandes grietas en las direcciones D , o por su renovación, caso de que existieran ya en tiempos más antiguos, a lo largo de las cuales se hundieron en lo profundo áreas actualmente cubiertas por los mares.

Así como de la combinación de los elementos D_1 y D_2 resultan formas en cuña, asimismo se continúan por líneas en zig-zag que definen las márgenes de las grandes unidades terráneas.

Un contorno en zig-zag de este tipo se presenta (figuras 4 y 8) en el lado occidental de Brasilia, al sustituirse,

en América la dirección «chileno-andina» del Sur por la «peruana-andina», mientras que en el Ecuador o Colombia aparece de nuevo aquélla.

Si consideramos el contorno Pacífico de Méjico y Norteamérica dirigido al noroeste, resulta una delimitación conjunta de América por el Oeste, así como la delimitación oriental del Pacífico, mediante una diagonal en zig-zag que alcanza desde el estrecho de Magallanes hasta el golfo de Alaska. Algo análogo ocurre en el lado oriental de América, puesto que al margen norteamericano dirigido al S. O. sigue, a partir de las islas Bahamas, una delimitación del espacio americano dirigida al S. E. hasta el Cabo San Roque, mientras que luego se renueva la dirección S. O. a lo largo de Sudamérica meridional hasta que, ya muy al Sur, es de nuevo sustituida por la dirección S. E. Este zig-zag diagonal se puede prolongar hacia el Norte si tomamos en consideración, además, las costas de Groenlandia, dirigidas al N. E.

Tenemos que oponer a los arqueo-océanos, u océanos viejos, aquellas profundas depresiones marinas originadas en más modernos períodos de la historia de la Tierra, o neo-océanos. Ejemplo típico es el océano Indico, originado sobre el piso del viejo continente de Gondwana. Por consideraciones geológicas y paleográfico-estratigráficas de tipo general se deduce que, en el caso del Indico, los hundimientos destructivos han tenido que tener lugar principalmente en los tiempos comprendidos entre el paleozoico más alto y el eo-cretácico. La profundidad media del océano Indico alcanza a 4.000 metros; si añadimos los 1.000-2.000 metros de sedimentos que se hayan podido originar durante la época de hundimiento, llegamos a una profundización conjunta media de unos 6.000 metros. Se reparte en un período de unos doscientos millones de años, lo que arroja

una velocidad media de hundimiento de quizás $1/35-1/25$ de milímetro por año, o sea de cerca de 30-40 metros en un millón de años. Esta cifra, que sólo debe considerarse como un orden de dimensiones, nos demuestra de nuevo cuál es la extraordinaria lentitud del descenso secular de los ámbitos corticales y, por consiguiente, el de los movimientos en zonas profundas, sin los que no es posible imaginar los hundimientos.

También en el caso de la gestación del Indico desempeñó la dirección rhenana un papel acusado, ya que, por ejemplo, una parte del gran campo de desintegración preparado de muy antiguo, la gran fosa-malgacha, satélite del margen oriental africano, ha sido seguido por aquél (4). Como respuesta a la pregunta de por qué unas partes de Gondwana se hundieron mientras que otras permanecieron emergidas, podría señalarse como eminente entre otras circunstancias, que unas fueron reforzadas en profundidad por aflujo de sial procedente de los geosinclinales colindantes en gestación continuada, mientras que otras hubieron de dar su sial sin compensación, y de esta manera degeneraron, por decirlo así, por anemia siálica.

De esta manera es como me parece que se justifica el mantenimiento de la emersión australiana al oeste de los amplios ámbitos geosinclinales próximos a Australia, y lo mismo puede decirse de Sudamérica, contorneada por los geosinclinales Caribe, Andino y, en parte aún, del Antártico.

Además yo creo también que la sorprendente forma ar-

(4) Hay que subrayar, sobre todo (consúltese también L. MECKING, «Peterm. Geogr. Mitt., 1940. cuaderno 1, 1-10»), cuán grande es la significación de la alineación rhenana precisamente en el hemisferio meridional de nuestro Globo, puesta tan de manifiesto en la demarcación de ambos lados del Pacífico meridional.

queada de Asia oriental y meridional y de Eurasia meridional, tan traída y llevada en la literatura (fig. 6), no puede interpretarse sino como de carácter primario, co-

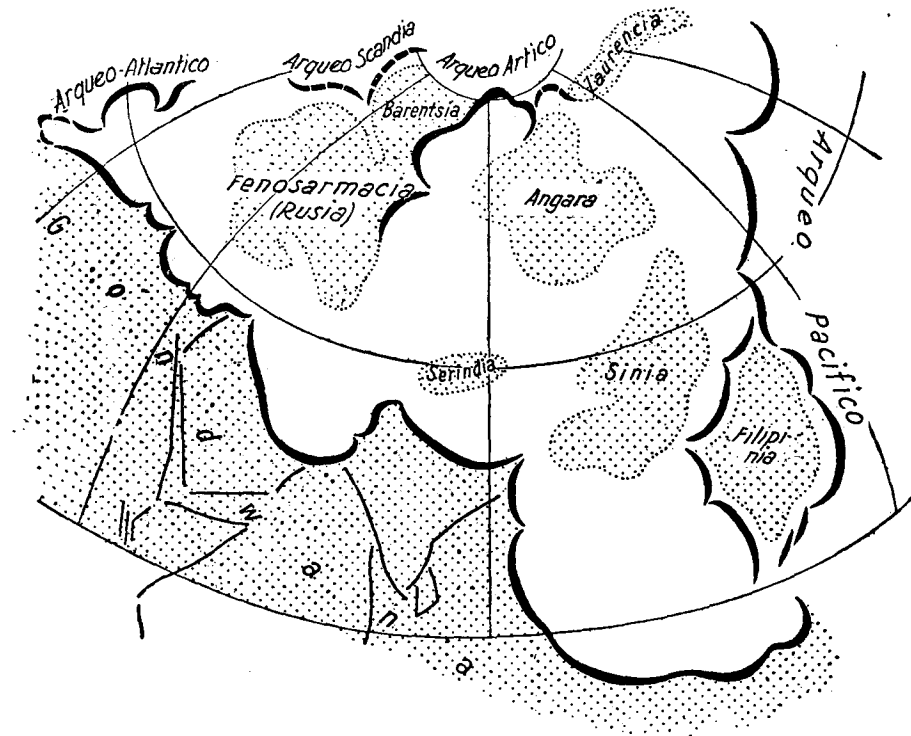


Fig. 6.—Los contornos arqueados circum-euroasiáticos (según Stille, 1944, b, fig. 10). Las áreas punteadas indican las arqueocontinentes con sus porciones oli-continetales; quedan en blanco, aparte del Arqueo-Pacífico y del Arqueo-Atlántico, los ámbitos ortogeosinclinales plegados y consolidados port-arcaicamente (Arqueo-geosinclinales).

rrespondiente a contornos de hundimiento sobre el sial tanto sub-cortical como profundo afluyente a los ámbitos continentales. Pero una vez que los geosinclinales se delimitaron arqueadamente de esta manera, los bordes externos de los plegamientos en ellos originados hubieron de dis-

ponerse también en forma arqueada. La fuga siálica hacia el Norte, en dirección Eurasia, que originalmente sólo debió originarse partiendo del margen meridional de Tethys, se completó más tarde avanzando más allá de aquél en regiones marginales septentrionales de Gondwana, de manera que éstas se hundieron, por ejemplo, ante el archipiélago malayo y en porciones orientales del mediterráneo europeo.

El que los procesos destructivos son en general un indicio de envejecimiento, viene ya puesto de manifiesto en el hecho de que el viejísimo gran continente meridional de Gondwana ha sido presa ya de aquéllos en gran escala, mientras que el gran continente septentrional de Laurasia, más joven en sus partes esenciales, aun permanece bastante compacto (geschlossen). De todas maneras ya se manifiestan también en este último síntomas de desintegración, como en América septentrional ártica, en el estrecho de Davis, bahía de Baffin y sund de Smith, y en el cuerpo de Europa media, la zona Mjösen-Mediterráneo, dominada por la destructiva alineación rhenana.

Así, pues, la mitad terráquea septentrional cojea vivamente tras la viejísima mitad meridional, respecto a su estado de desintegración, es decir, su tránsito, de la misma manera que marchó tras ella igualmente en su gestación como continente de conjunto.

Es muy digno de notarse que, de los primitivos sistemas de plegamiento arqueados de Asia oriental, sólo se alzan hoy las zonas marginales más extensas y aun éstas, con frecuencia, sólo fragmentariamente, como guirnaaldas de islas, mientras que las otras zonas se han hundido, fenómeno éste ocurrido en muchos casos en los tiempos más recientes. Los arcos insulares están en su mayor parte, hoy todavía, sometidos a un cierto proceso de alzamiento,

con frecuencia en relación con el hundimiento de los profundos surcos adyacentes. Se denuncia así, por consiguiente, una concentración de las más modernas energías de undación precisamente en las zonas frontales de los ámbitos plegados, mientras que las zonas traseras han rebasado el estadio de las undaciones intensas, con la rigidez consiguiente, y generalmente han ido ya al fondo, aunque en parte (véase la Insulindia Interior) se conserven en forma continental.

4) *Los arqueo-océanos con atención especial al Pacífico.*

A los neo-océanos del tipo de origen del Indico se oponen los arqueo-océanos, como aquellos que existían antes de los tiempos cámbricos.

¿En qué se les puede reconocer?

Bajo los mares profundos no hay sino poco sial, es decir, no alcanza profundidades tales que pueda encontrarse al estado de magma favorable a su ascensión.

Por consiguiente, en los ámbitos marinos profundos no esperamos encontrarnos rocas intrusivas de composición siálica, tampoco los granitos tan extensamente representados bajo circunstancias continentales, ni tampoco ninguna roca volcánica de composición siálica como las andesitas, tan frecuentes en otras circunstancias. Pocos sedimentos se originan en los mares profundos, en oposición a las potentes masas sedimentarias de los ortogeosinclinales, elementos constructivos de los nuevos sistemas de plegamiento y de los continentes. Puesto que además el fondo o piso de los mares profundos es resistente contra los procesos de plegamiento, son tan inimaginables en los ámbitos arqueo-océánicos las series sedimentarias plegadas como las eruptivas de composición siálica. Existen en ellos sobre todo

eruptivas simaicas del tipo, tan universalmente extendido, de las rocas basálticas.

Cuando por consiguiente se ponen de manifiesto en dominios insulares caracteres tales como *eruptivas siálicas* o *series sedimentarias plegadas*, sacamos como consecuencia que los mares adyacentes son neo-oceános.

Pero las eruptivas simaicas se ofrecen, por el contrario, no sólo en las áreas arqueo-oceánicas, sino también en las zonas neo-oceánicas, incluso en algunos casos con exclusión de toda masa pétrea siálica. Por consiguiente, también habrá tenido que verificarse, en el basamento anteriormente continental, una reducción del sial a aquella reducida potencia que sólo es posible en los estadios correspondientes a océanos profundos, es decir, que sólo podemos aceptar o imaginar magmas simaicos como susceptibles de ascensión y por las mismas razones que acabamos de exponer para los estadios arqueo-oceánicos.

No puede, por consiguiente, omitirse el hecho, como de nuevo repito resumiendo, que tanto en la cuestión de los arqueo, como de los neo-oceános, los caracteres pétreos continentales sólo tienen un valor decisivo en caso de hallazgos positivos en lo referente a la presencia o ausencia de circunstancias neo-oceánicas; pero su falta, es decir, la presencia exclusiva de magmatitas simaicas, por el contrario, *no demuestra* sin más el estado arqueo-oceánico, sino que también es absolutamente posible bajo circunstancias neo-oceánicas. Respecto a este punto no tenemos sino recordar amplias zonas del océano Indico. En tales casos la decisión de si se trata de arqueo o de neo-oceános se tiene que basar en consideraciones y observaciones de tipo tectónico, geofísico, estratigráfico, paleográfico, facial y paleontológico, que con frecuencia van mucho más allá de las regiones limitadas en cuestión, y nece-

sitan para su resolución la consideración del proceso evolutivo geológico completo.

Si observamos desde los puntos de vista considerados el más grande de nuestros océanos, el Pacífico (figs. 7 y 8), deducimos inmediatamente que los mares inmediatos a las

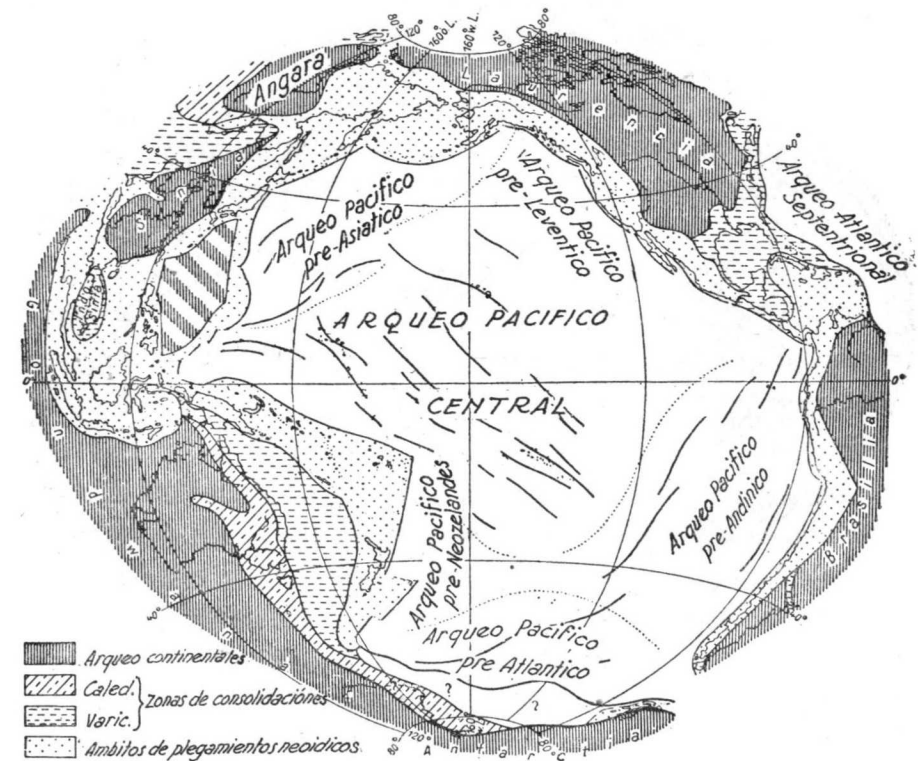


Fig. 7.—Esquema general geotectónico del ámbito del Pacífico (según Stille, 1944, b, fig. 1).

costas asiáticas orientales hasta los arcos-islas de las Kuriles, Japón y Marianas, y además los mares australianos hasta las islas Tonga, Kermadec y Nueva Zelanda, son de tipo neo-oceánico, ya que hasta llegar a ellas siempre muestran masas y asociaciones pétreas de tipo continental. Las

Marianas, por ejemplo, se manifiestan aún como avanzadillas alejadas y aisladas de Asia por hundimientos no antiguos, como ocurre con las islas Tonga y Kermadec con respecto a Australia.

Pero en general y por lo demás muestra el ámbito del

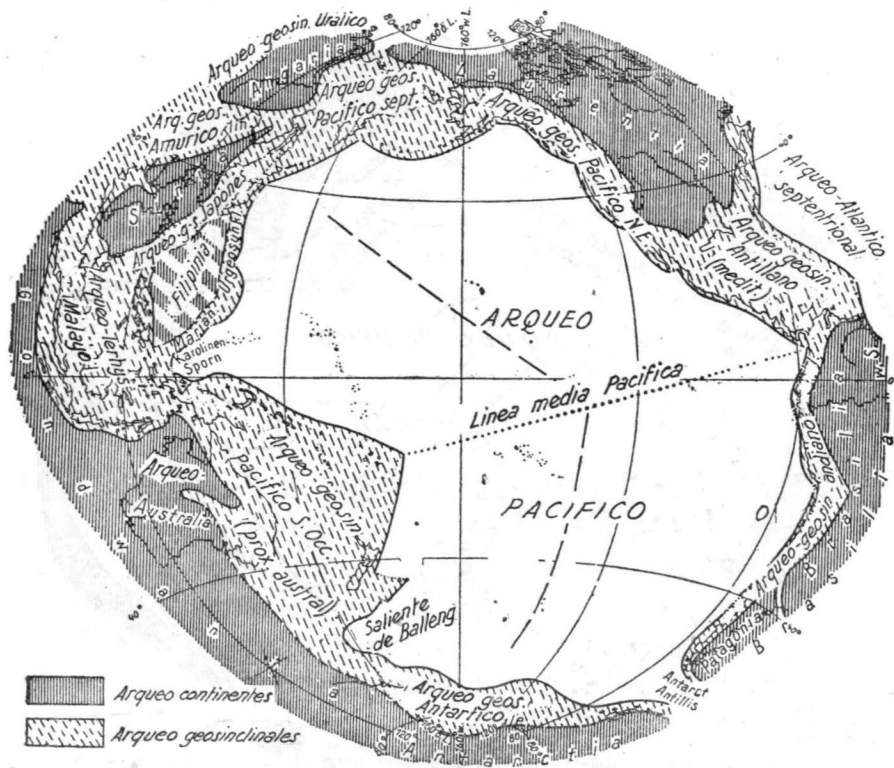


Fig. 8.—Arqueo-elementos del ámbito del Pacífico (según Stille, 1944, b, fig. 2).

Pacífico, por doquiera que asoma tierra firme, un carácter puramente «oceánico». Los límites entre los mares nuevos asiático-australianos y el arqueo-Pacífico vienen delineados por la «línea andesítica», que se sigue por casi todo el Pacífico y que en su significación tectónica fué muy

pronto reconocida. Viene a coincidir con el antiguo margen exterior del geosinclinal y zona de plegamientos circumpacíficos hacia el amplio espacio principal Pacífico, que constituyó el marco de estos geosinclinales y posteriormente de los plegamientos. Esta última circunstancia ha existido desde períodos antiquísimos de la historia de la Tierra, como se deduce del desarrollo de los ámbitos circumpacíficos. Geólogos más antiguos, como E. HAUG, han querido ver en el ámbito del Pacífico actual un continente hundido, pero los argumentos para sostenerlo estaban fundados en lo esencial en la teoría, ampliamente rebasada hoy día, de que de acuerdo con el prototipo del Tethys eurasiático todos los geosinclinales habían de ser *intercontinentales*, de manera que habrían tenido que existir por consiguiente macizos continentales también en el lado «pacífico» de los geosinclinales circumpacíficos. Sería también muy sorprendente, basándonos en tal concepción, que mientras que las características continentales se acumulan en los dominios insulares de las zonas claramente neo-oceánicas del oeste del Pacífico, nunca llegan ni a insinuarse en ningún punto de las muchas islas de los ámbitos intra-Pacíficos, en los cuales tendría que haber subsistido el continente Pacífico hasta pasado el mesozoico.

Precisamente en la delimitación del arqueo-Pacífico desempeñan un gran papel las direcciones *D*, y los plegamientos modernos no siguen tampoco allí la dirección *B*, como ocurre en las zonas mediterráneas, sino la *D*. Esto encuentra su explicación, en que los orto-geosinclinales circumpacíficos han adoptado la dirección *D* por adaptación a los contornos del arqueo-Pacífico y de los arqueo-continentes que lo enmarcaban. Conforme se van relevando las direcciones *D*₁ y *D*₂ sucesivamente, van originándose los contornos angulosos del océano Pacífico, hecho que fué ya

mencionado en relación con el estudio del lado americano del gran mar mundial; y puesto que estos contornos angulosos se repiten de parecida forma al Este y al Oeste del Pacífico, se establecen paralelismos y circunstancias de simetría muy notables, que acusan una «línea media pacífica» (ver fig. 8), que reparte el arqueo-Océano en dos partes equivalentes por reflexión (5).

A esta simetría transversal se añade en ambas partes una simetría longitudinal que corta oblicuamente la línea media.

5) *El Atlántico como océano intermedio mixto (genéticamente hablando).*

Después de haber considerado los océanos Indico y Pacífico volvamos hacia el tercero de los grandes océanos, el Atlántico, el más discutido por lo que se refiere a las circunstancias que lo originaron. Según A. WEGENER, habría sido constituido por la disgregación de Norte y Sudamérica desgajadas del macizo continental euro-africano y su deriva hacia el Oeste. WEGENER, como geofísico, era un convencido del dogma de la permanencia de los Continentes y Océanos, según el cual aparecían como imposibles antiguas conexiones firmes a través del actual océano Atlántico. Pero, por otra parte, contienen los Continentes africano y americano formas animales terrestres, fósiles, tan parecidas, que no puede dudarse de la existencia de una anterior conexión continental entre sus áreas de habitación y desarrollo. Para resolver este dilema no quedaría más que una salida, la de que América y África hubieran estado en contacto *inmediato*. Las coincidencias faunísticas entre

(5) En el relieve sub-Pacífico actual, cuyos rasgos esenciales se reproducen en la fig. 7, sólo existen en forma limitada.

América y el Viejo Mundo alcanzan hasta muy allá en el mesozoico, en el Norte incluso hasta los tiempos terciarios, de manera que habría de deducirse que la separación entre América y el Viejo Mundo tuvo que tener lugar en tiempos relativamente modernos. Esto lo representa WEGENER en una serie de esquemas.

En segundo lugar fueron decisivos en la opinión de WEGENER ciertos paralelismos existentes entre los en-

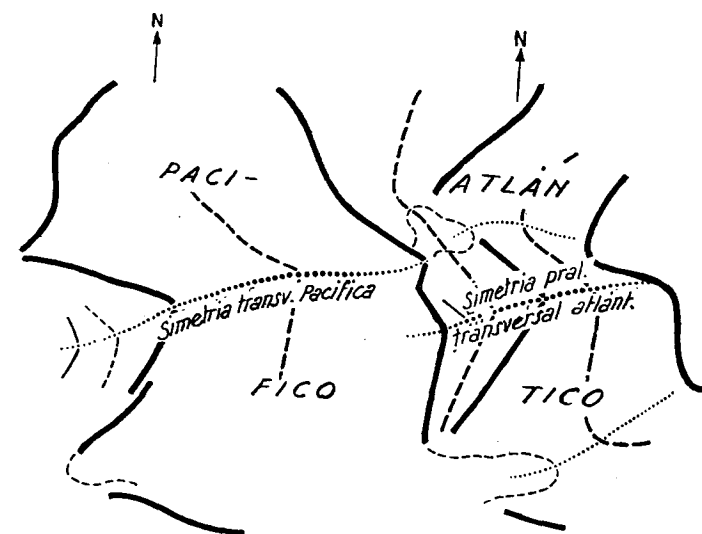


Fig. 9.—Simetrías atlántica y pacífica. (Deformaciones intensas al N. y S. como consecuencia de la proyección de Mercator (según Stille, 1944, b, fig. 4).

marcamientos oriental y occidental del océano Atlántico. Aquí nos encontramos en presencia de contornos en zigzag de gran estilo, en que se condensan las direcciones *D*. Así resultan para el océano Atlántico ciertas simetrías longitudinales y transversales, como las que encontramos también en los ámbitos del Pacífico. La figura 9 muestra juntas las circunstancias de simetría del Atlántico y del

Pacífico, algo intensamente deformadas al N. y al S. por las exigencias de la proyección de Mercator que es la empleada. Reconocemos de nuevo la gran simetría transversal del Pacífico. En su terminación hacia el Este se continúa, algo desplazada hacia el S., es decir, escalonada con respecto a ella, por la gran simetría transversal que domina el ámbito atlántico. Y así como el Pacífico muestra una especie de simetría longitudinal angulosa, de la misma manera existe una parecida en el Atlántico, aquí aún más intensamente subrayada por el umbral medio del Atlántico, que sigue la línea de simetría. Préstese además atención al paralelismo existente entre la delimitación occidental del Pacífico y la del Atlántico, que ciertamente no se basa en coincidencias casuales, sino en las grandes homologías del plan estructural de la Tierra. En ambos casos vemos el salto hacia el Oeste del margen del continente contra los geo-sinclinales mediterráneos *B*, que lo interrumpen (Tethys malayo, Tethys antillano, etc.), y el salto hacia el Este (ángulo de Samoa, ángulo del Cabo San Roque), allí donde se encuentran las roturas principales en las líneas de las grandes simetrías transversales oceánicas, subordinadas al estrechamiento N. S. de los geosinclinales *B*.

Así como no resulta sostenible ya la idea de la perpetuidad de los continentes, la «Homología atlántica» en cambio se explica sin compulsión, por el paralelismo primario de un sistema *D* de planeamiento antiquísimo, condicionador de los contornos del espacio atlántico, y que en parte se presenta en un transcurso conjunto en zig-zag que coincide con las circunstancias del Pacífico. ¿O es que el codo de Samoa en que se encuentran los contornos oriental y septentrional de neo-Australia (fig. 8) debería haber tenido alguna vez su ubicación en el ángulo del Panamá? Tales

especulaciones caen por su base al más ligero examen de las circunstancias al N. y al S. del ámbito Pacífico.

Creyó encontrar WEGENER un apoyo especial para sus concepciones movi listas en la disposición que presentan las cordilleras en el borde occidental del Continente americano, al sugerir la idea de que las masas pétreas ante el borde anterior del conjunto de ambas Américas se hubieran replegado bajo el empuje resultante de su deriva hacia el Oeste.

Este concepto, que suele deslumbrar sobre todo en los círculos no profesionales, se desploma por comparación de las correspondencias en el tiempo, por un lado de los plegamientos de las cordilleras y sus edades, por otro de la época del supuesto avance del Continente americano.

Este último debió ocurrir, si se tienen en cuenta las mencionadas relaciones faunísticas entre las márgenes oriental y occidental del Atlántico, en sus rasgos esenciales lo más pronto en el terciario, incluso en el cuaternario, como igualmente exponen las figuras de WEGENER. Pero las cordilleras norteamericanas han experimentado su gran plegamiento *antes del cretáceo*, y los Andes de Sudamérica dentro del cretáceo (fig. 10). También el segundo y último de los grandes plegamientos de las cordilleras norteamericanas, el larámico de las Rocosas, tuvo lugar ya antes del eoceno, mientras que el segundo plegamiento andino es en todo caso más joven (sávico), pero no ocasionó ya estrechamientos de orden mayor. Además el confinamiento de los plegamientos a fases relativamente cortas y separadas por períodos interminables de carácter anorogénico, fenómeno tan evidente en las cordilleras de América como en el resto del mundo, no se puede ligar a derivas que por su carácter afectan transcurso secular. La deriva de América hubiera debido tener lugar en un gran

empuje principal y en uno o dos más pequeños si es que con ella se han de justificar los plegamientos episódicos de las cordilleras; y además el empuje principal y los secundarios, no podían haber coincidido en una misma época en Norte y Sudamérica, sino que hubieran tenido que ocu-

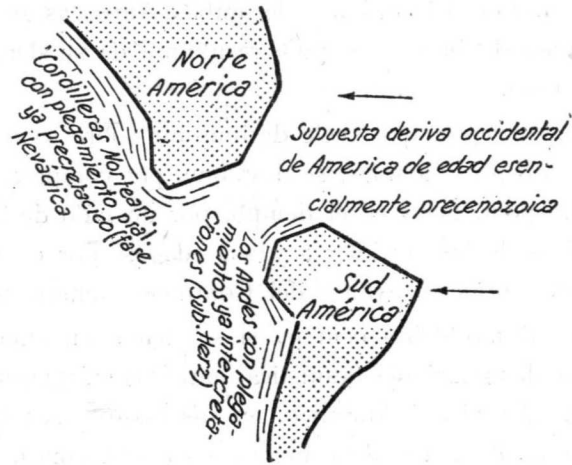


Fig. 10.—«Deriva occidental» de América y plegamiento de las cordilleras (según Stille, 1944, b, fig. 6).

rrir primero en Norteamérica y luego en Sudamérica, luego de nuevo en Norteamérica para después repetirse en Sudamérica.

Se dice que también en otras partes del mundo, como en Asia sur-oriental, en Australia y en Nueva Zelanda se habrían originado cordilleras en relación con el avance de macizos continentales. Pero de igual manera que para América, se puede demostrar allí que los grandes plegamientos habían ocurrido ya antes de los tiempos en los que según las consideraciones de WEGENER tuvieron lugar las derivas continentales.

Ahora querría mostrar cómo se interpreta el océano At-

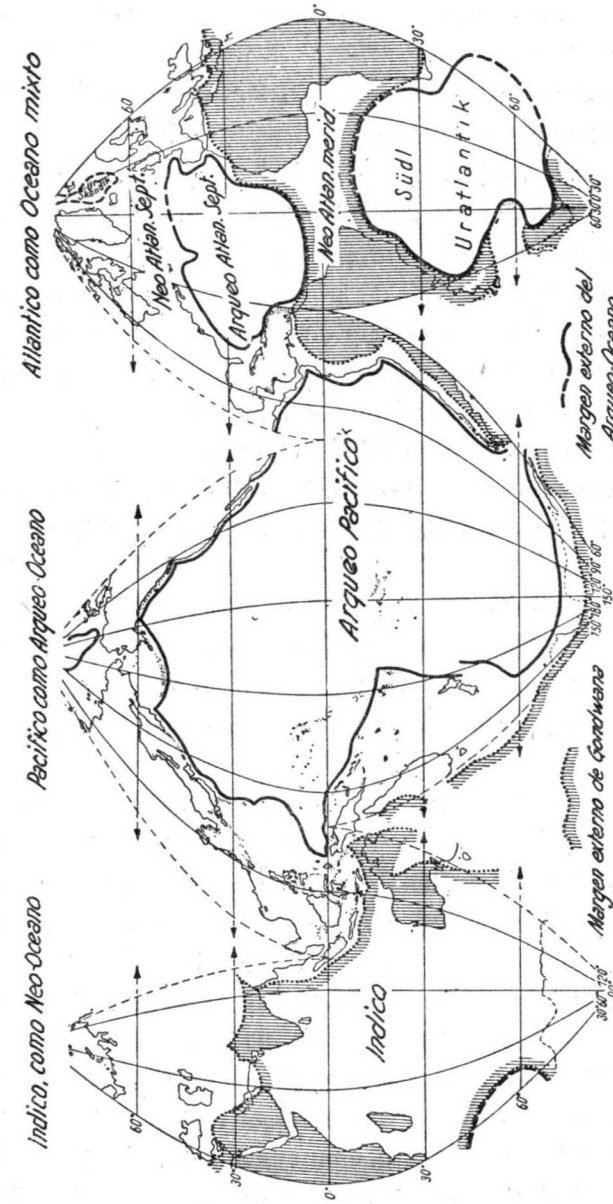


Fig. 11.—Los tres grandes océanos mundiales con arqueo (Pacífico), paleo (Indico) y océano mixto (Atlántico). Base cartográfica de G. Wüst; Peterm. Geol. Mitt. 82, 1936, lám. 4.

lántico mediante *la teoría del fijismo de los Continentes marginales como opuesta al moviismo de WEGENER* (figura 11, derecha).

En la constitución del actual Atlántico se han reunido partes arqueo y neooceánicas.

Desde los tiempos más antiguos subsisten, al parecer a lo largo de todas las formaciones, tales coincidencias en las faunas de los mares europeos y americanos, de manera que no se puede dudar de la existencia de una conexión oceánica que hizo posible un intercambio permanente de faunas. De la misma manera debe haber existido al Sur un arqueo-atlántico, partiendo del cual han tenido lugar inundaciones parciales de Sudáfrica ya en los tiempos nealgónquicos-cámbricos, del Brasil medio y meridional durante el devoniano, y del Brasil y de Africa meridional en el permiano.

La separación entre estos dos mares arcaicos atlánticos estaba constituida por el viejo puente continental que debió existir allí donde hoy el Atlántico estrecha más, como una parte estrechada del arqueo-continente de Gondwana. Así, pues, al Norte de esta zona de conexión tenemos, sobre piso sudamericano, inundaciones paleozoicas con faunas de marcado carácter *nórdico*, mientras que en las del Sur del Brasil domina un carácter faunístico *meridional*. La desaparición de este puente continental durante el cretáceo la indican los sedimentos marinos del cretáceo superior que encontramos en las actuales zonas costeras tanto del Brasil oriental como en las opuestas del Africa media. Esta desaparición trajo consigo los antiguos antagonismos faunísticos entre el Atlántico septentrional y el meridional. En lugar del viejo puente continental tenemos hoy un fragmento de *neo-Atlántico* que designaremos como *neo-Atlántico meridional*, «oli-gondwánico». También en el dominio del

actual Atlántico septentrional debe de haber persistido una conexión continental entre Europa y América durante larguísimos tiempos de la historia de la Tierra, que duraría hasta bien entrados los tiempos terciarios. De otra manera no podría comprenderse, por ejemplo, la sorprendente semejanza de las más viejas faunas mamíferas de América con las de Europa media. Este puente nórdico es aún, en lo esencial, un fragmento de la vieja Laurentia, que debe haber cruzado desde las Islas Británicas sobre el actual emplazamiento de las Faröer y de Groenlandia meridional. En su lugar apareció el neo-Atlántico septentrional «oli-lau-réntico».

Ya dijimos más arriba que la zona escándica, considerada como parte más septentrional del Atlántico actual, podría ser en sus partes más internas de tipo arqueo-oceánico.

Así alternan en el espacio del actual Atlántico, de Norte a Sur, piezas arqueo y neo-oceánicas. Incluso cuando de primera intención prescindimos del Norte, sólo podemos hablar del Atlántico como de un *océano completo* a partir del cretáceo más alto. Si además consideramos el espacio más septentrional, el Atlántico, como conjunto, sólo nos aparece desde los tiempos terciarios. De la misma manera que en el ámbito del Pacífico (fig. 8), los grandes arqueosinclinales han tenido su lugar entre los arqueo-océanos y los arqueo-continentes enmarcantes para ir siendo eliminados con el tiempo por los procesos de plegamiento, así aparecen también en la periferia del arqueo-Atlántico antiguos ámbitos geosinclinales hoy bajo la forma de zonas continentales plegadas. Sin embargo, existe una gran diferencia entre el Pacífico y el Atlántico: *El plegamiento se ha renovado sostenidamente alrededor del Pacífico hasta adentrados los tiempos modernos de la historia de la Tierra, en cambio la extinción ha sido muy temprana en el ámbito del*

Atlántico. Aquí hay que aclarar que el plegamiento caledoniano viejo afectó a toda la zona oriental de Laurentia desde Groenlandia por las Islas Británicas hasta Acadia y el Plateau de Piedmont, incluso quizás hasta Río-Grande, pero sin embargo sólo se puede reconocer una consolidación definitiva, en aquella época, en Groenlandia nordoriental. El plegamiento caledónico moderno tuvo como efecto la consolidación de las zonas marginales laurénticas en el ámbito de las Islas Británicas; el plegamiento varisco antiguo («bretónico») la consolidación de Acadia; los variscos medios y tardíos la de los ámbitos geosinclinales appalachianos de Norteamérica. Se manifiesta, por consiguiente, una rigidificación progresiva de las zonas marginales laurénticas, que progresa en dirección al Sur, de carácter geosinclinal, sin que tuviera lugar una interrupción del proceso, por regeneración. Una situación, análoga en principio, es la que nos ofrece el margen europeo scandio-atlántico.

La cuestión más íntimamente ligada con el problema del origen del Atlántico es la de *las conexiones trasatlánticas de plegamiento*, es decir, si tuvieron lugar y cuándo y cómo hayan podido atravesar sistemas connexos de plegamiento el espacio del actual océano Atlántico.

Encontramos plegamientos caledonianos, por un lado, al oeste del Atlántico en el sistema montañoso de los Appalaches, que todavía podemos seguir hoy desde Alabama hasta Newfoundland, y por el otro lado al este del Océano, en las Islas Británicas. En ambos casos se trata de pliegues marginales de la vieja Laurentia, que desempeñó para ellos el papel de antepaís. En este sentido se ha señalado con frecuencia que el cabalgamiento de Champlain en Acadia contra el Escudo canadiense encuentra su contrapartida, por no decir su continuación, en el cabalgamiento de Eriboll, en Escocia del Norte, dirigido hacia el Norte.

El plegamiento caledónico se repite en las fases eo y neocaledónicas, y ambas están representadas en las Islas Británicas y en otras regiones europeas. Por el contrario, en el lado americano encontramos sólo el plegamiento «tacónico», nombre que se aplica allí al eo-caledónico, mientras que falta la fase neo-caledónica. Es posible, por consiguiente, que en las fases eo-caledónicas los plegamientos europeos alcanzasen hasta América, a lo largo del margen meridional de Laurentia. Razonamiento que no es ya aplicable para los plegamientos neo-caledónicos, que deben de haber terminado en algún punto al oeste de Irlanda.

También hay plegamientos de era varisca que se muestran tanto en el lado europeo del arqueo-atlántico septentrional como en el americano. Pero corresponden aquí y allá a diferentes fases de los tiempos variscos, ya que en el lado americano son principalmente neo-devónicos (bretónicos), en el europeo por el contrario eminentemente pre o intraneocarboníferos (sudéticos y astúricos). Los grandes plegamientos bretónicos de América deben de haber terminado por consiguiente algo más al Este, en el actual ámbito atlántico, sin alcanzar las regiones europeas. La cuestión fué inversa con referencia a los plegamientos europeos de edad astúrica y sudética. En Europa se concentran los plegamientos variscos con la constitución de tres grandes lomas salientes hacia el Pacífico (fig. 3), a las que sigue al Oeste el arqueo-atlántico septentrional. También en América debió tratarse, en el caso de los plegamientos variscos, de un fenómeno limitado a la zona marginal del Continente.

Además se han podido ligar no solamente los plegamientos caledonianos y variscos de Europa y América, sino incluso también los neóidicos, partiendo de Gibraltar, es decir del Tethys eurasiático cruzando a través del Atlán-

tico, hasta las Antillas, o sea hasta el ámbito mediterráneo americano. Pero aun prescindiendo de que tanto en el lado americano como en el europeo los plegamientos neóidicos cierran arqueadamente hacia el Atlántico, y de que en ambos casos el fenómeno de la migración de los plegamientos señala el Atlántico como el antepaís de las zonas arqueadas, ya la falta de todo tipo de rocas «continentales», por ejemplo, las andesitas, en el espacio de conexión entre las Antillas y Gibraltar, se opone a la hipótesis de la existencia allí de zonas modernas de plegamientos hundidos. Por el contrario se presentan en las zonas donde se presupone que deberían existir las conexiones en los plegamientos, y especialmente ante el extremo occidental europeo de la cordillera de Tethys, solamente rocas «oceánicas» en oposición a las jóvenes vulcanitas siálicas de los ámbitos de plegamiento de las Antillas y del arco de Gibraltar.

Con la consolidación de sus ámbitos marginales de antiguo carácter ortogeosinclinal, la actual zona Atlántica, al emerger de la era variscica, se convirtió también en el Norte en un espacio muerto ortotectónicamente. Este sólo fué luego dominado por manifestaciones para-tectónicas en forma de grandes desgajes y de movimientos verticales de ascenso y descenso; y a juzgar por las manifestaciones que encontramos en las zonas firmes limítrofes en aquella dirección, las cuales dominan los contornos y estructura interior del ámbito atlántico, debemos incluso deducir que en el ámbito atlántico han jugado en medida considerable fuerzas de desgarramiento. Por lo menos podríamos hablar, para expresarnos en forma más neutral, de una neo-tectónica atlántica de «aflojamiento» en oposición a la tectónica de compresión circumnordatlántica, que fué extinguiéndose gradualmente en el paleozoico. Así que el Atlántico era, hacía ya tiempo, un ámbito de aflojamientos corticales, cuando aun pro-

seguían las compresiones ortotectónicas en las zonas marginales pacíficas. Pero no sin que haya entre ambas una conexión íntima.

El Atlántico yace en la única zona meridiana de la corteza terrestre que, alcanzando de Polo a Polo, no presenta desde la era varisca ningún tipo alpino de plegamiento, y en la que ya no se ha desplegado luego, en absoluto, ortotectónica alguna.

De los tres grandes océanos mundiales de nuestra Tierra, se nos ofrecen (fig. 11):

El Pacífico como prototipo de los arqueo-Océanos.

El Indico como prototipo de los neo-Océanos.

El Atlántico como prototipo de los Océanos mixtos.

6) *Gestación y tránsito de los Continentes y Océanos a la luz de la tectónica pre-neogénica.*

Para terminar estas consideraciones acerca de la gestación y tránsito de los Continentes y Océanos, no queremos contentarnos con remontarnos solamente a las circunstancias y estados existentes hace 600 a 800 millones de años desde los tiempos nealgónquicos, sino que queremos aproximarnos tanto como nos parezca posible a tiempos aun más remotos, que se suelen designar como arcaicos o eoalgónquicos.

Hemos visto que la geotectónica de nuestra Tierra está dominada desde los tiempos nealgónquicos de un *desarrollo consecuente*, dado que los «arqueo» ámbitos ortogeosinclinales que existían en el nealgónquico junto a los arqueo-océanos y a los núcleos igualmente arcaicos de los macizos continentales de tiempos posteriores, fueron dominados poco a poco y sustituidos por ámbitos de carácter continental. Correspondientemente ocurrió el hundi-

miento de regiones continentales arcaicas y luego también de otras más modernas, es decir, la creación de océanos «*oli-continentales*», fenómeno por el que se cambia una forma de estabilidad continental (alto-cratónica) por otra suboceánica (cratónica profunda). A la cuestión de cuál sea el grado de plenitud con que se haya completado la desaparición de los ámbitos arqueosinclinales en tiempos atrás, de tan enorme duración podemos responder, en vista tanto del desarrollo magmático como tectónico de las diversas zonas terráqueas, que *nuestra corteza se encuentra en un es-*

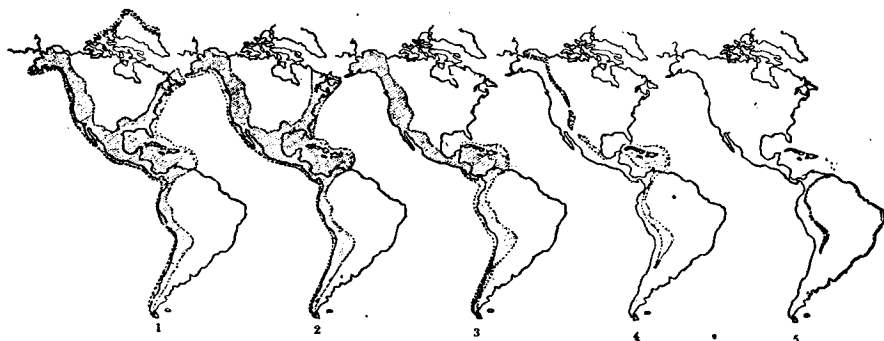


Fig. 12.—Reducción de los ámbitos arqueogeosinclinales americanos en el transcurso de los tiempos post-algónquicos (según Stille, 1944, a, fig. 5).

tado de rigidificación muy avanzada por no decir completa o casi completa, es decir, que en nuestra Tierra debe de haber ya escasísimas zonas en las cuales, en el transcurso de tiempos venideros, puedan desarrollarse todavía plegamientos de tipo alpino. Para suministrar un ejemplo, voy a reproducir una serie de esquemas, ya publicados antes, que exponen la consolidación progresiva por rigidez de los actuales ámbitos americanos por desarraigo progresivo de las zonas geosinclinales (fig. 12).

El esquema 1 representa la extensión de los arqueogeosinclinales, que han persistido en este grado de completo

desarrollo hasta los plegamientos eocaledónicos (tacónicos). Los esquemas 2-5 nos permiten reconocer las pérdidas que aquellas áreas arqueogeosinclinales han ido experimentando sucesivamente con la renovación de los plegamientos caledónicos (esquema 2), variscos (esquema 3), eo-alpídicos (figura 4) y eo-terciarios (fig. 5). El estrechísimo ámbito que aun quedaba con carácter en cierta medida geosinclinal en el dominio andino durante el eo-terciario fué eliminado por los plegamientos neo-terciarios.

Este desarrollo consecuente recién descrito, de nuestra corteza terráquea, que resulta de la rigidez incrementante en función de la correspondiente reducción de los ámbitos ortogeosinclinales, puede seguirse hacia atrás, más allá del cámbrico hasta los tiempos nealgonquienses. Pero en los límites del nealgonquiense y del eoalgonquico aparece como cortado. Las investigaciones acerca del basamento del nealgonquiense llevan a la idea de que por lo menos las porciones más extensas de los ámbitos geosinclinales tenían carácter continental después del plegamiento algómico y en parte esencial como consecuencia del mismo. Por consiguiente llegamos a la idea de que inmediatamente después del plegamiento algómico se originó una poderosísima masa continental que incluía no solamente los arqueocontinentes de etapas anteriores del desarrollo de la Tierra, sino también sus regiones ortogeosinclinales, y es la que se designa como «*Megagea*».

El estado actual de falta completa o casi completa de espacios todavía susceptibles de plegamientos alpinotipos, es decir, el estado de máxima rigidez, se ha dado ya una vez —como Megagea— en la historia de la Tierra, después del plegamiento algómico. La «*Revolución algómica*» (fig. 13) ha conducido después, como una *regeneración de escala máxima*, a aquel estado que, de acuerdo con todas nuestras ac-

División de la Historia de la Tierra

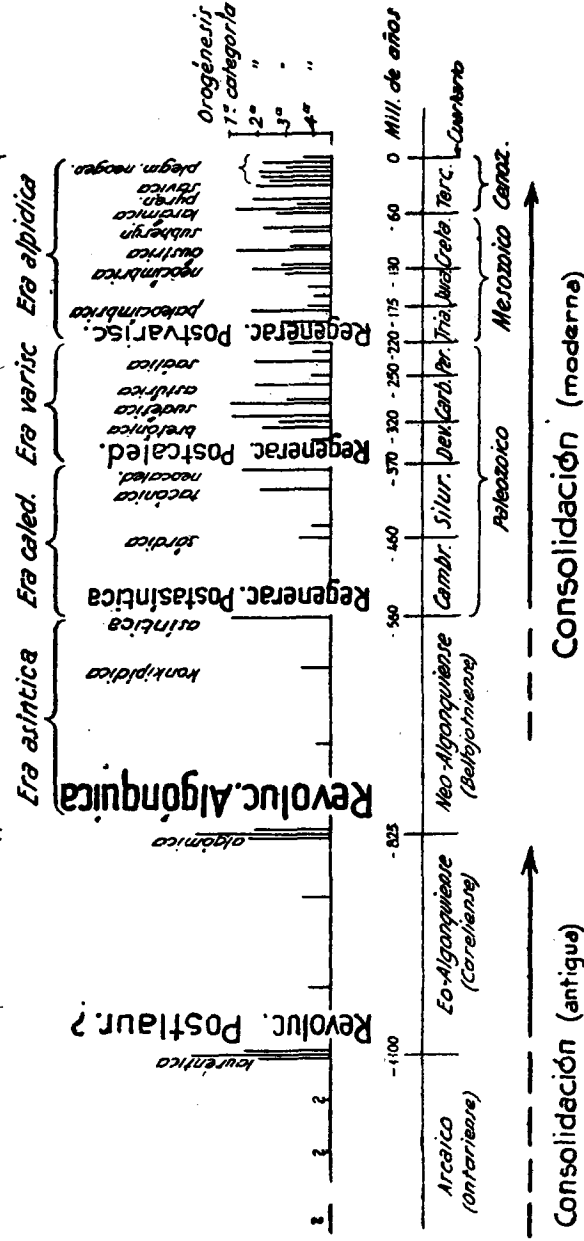
con base geotectónica

Antiguos tiempos Geotect. (Protogeico)

Nuevos tiempos Geotect. (Neogeico)

Gran época (is?) vieja

Gran época joven de la Historia de la Tierra



Según H. Stille, 1946

Fig. 13.—División geotectónica de la Historia de la Tierra.

tuales consideraciones, hemos considerado como el punto de partida, refiriéndonos a él como «estado arcaico» («Ur-Zustand»).

Con esta revolución («Umbruch») se han originado los llamados arqueo-geosinclinales en ámbitos que previamente tuvieron ya carácter continental y a los que hemos designado como «arqueo continentes» o zonas nucleares de los futuros desarrollos continentales; son los restos de la Megagea que no quedaron afectados por el gran proceso de regeneración, y si bien nuestra Tierra no parece estar muy lejos de la rigidez mortal que impida toda futura vida ortotectónica—lo que ya se pone de manifiesto en las actuales circunstancias magmáticas—, podemos recordar, sin embargo, que ya pasó una vez por circunstancias comparables, lo que no obstante resultó ser una muerte aparente, de la que despertó a nueva vida ortotectónica por la «revolución algonquiana». La tarea, al parecer ya terminada, de los nuevos periodos de la Tierra ha sido dominar y vencer de nuevo las zonas ortogeosinclinales entonces regeneradas.

Si tomamos los desarrollos tectónicos como base, podemos dividir la historia completa de la Tierra en dos grandes ciclos o «grandes épocas» geotectónicas; la primera, que designamos como «Protogeica», y la segunda como «Neogeica», cada una de las cuales se inicia con un estado que suponía la existencia de ámbitos plegables extensos y se cierra con el de rigidez muy completa, por no decir absoluta.

La revolución algonquiana se nos ofrece como el gran corte en el desarrollo tectónico de la Tierra, como un verdadero punto crucial geotectónico. Añadamos que es posible que el arqueoépoca pre-neoalgonquiana sea a su vez divisible en dos grandes periodos, separados a su vez por

la revolución «post lauréntica», ocurrida tras los plegamientos de este nombre, o sea que se sitúa al principio del algonquiense. Esta posibilidad ha sido recogida en la figura 13.

Si ampliamos ahora el problema desde los mares y los continentes de los tiempos neogeicos, únicos que hasta ahora hemos considerado, hasta los protogeicos, nos vemos obligados a decir que de los distintos «*arqueo geosinclinales*», en la medida que hoy conocemos, *hay apenas nada que alcance hasta los tiempos protogeicos*. También los «*arqueo continentes*», de nuestras actuales consideraciones, se originaron como espacios individualizados con la revolución algonquica, y no alcanzan como tales hasta los tiempos protogeicos. E incluso su consolidación completa la recibieron en sus partes esenciales muy poco antes, por medio de los plegamientos algomícos. Al mismo tiempo no faltan tampoco en nuestros arqueo-continentes, así como en el basamento pre-neoalgonquico de nuestros arqueogeosinclinales, regiones o distritos de consolidación más vieja, probablemente lauréntica; sólo que, en lo referente a su delimitación, nada tienen que ver con los arqueo-continentes postalgomícos, sino que son con mucha frecuencia cortados por sus contornos.

Por el contrario, y de acuerdo con muchas y diversas consideraciones, andamos cerca de creer que nuestros arqueo-océanos (y pensamos en primer lugar en el Pacífico), *en sus partes fundamentales y especialmente en las interiores, existían ya pre-algomícamente*. Cierto es que pequeñas porciones marginales podían haberse sumado después en el transcurso de la revolución algonquica. A este respecto aun se requieren diversos estudios profundos, los cuales tienen sobre todo que comprobar si las estructuras pre-neoalgonquicas de los ámbitos arqueocontinentales y

geo-sinclinales de tiempos posteriores—o, dicho resumidamente, los que fueron megageicos—, han constituido dominios cerrados o bien hayan poseído prolongaciones en dirección a los arqueo-Océanos post-algomícos adentradas en sus actuales espacios. Esto último había de ser rechazado para Norteamérica según los estudios de RÜDEMANN.

Todo considerado los *arqueo-Océanos* parecen ser las únicas estructuras terrestres actuales que, en la medida en que podemos penetrar y profundizar en la historia de la Tierra, sean auténticas estructuras arcaicas (Ur-gebilde). Pero así como ya mencionamos la probabilidad de que hubieran aumentado algo en extensión con la revolución algomíca, igualmente pueden haber cedido espacio en otros sitios. Puesto que si bien es cierto que los geosinclinales flanqueantes de las zonas marginales en los arqueo-continentes y mares se desarrollan principalmente a expensas de los ámbitos marginales continentales, también podrían zonas más reducidas limítrofes de los arqueo-Océanos ser arrastradas en el proceso de hundimiento geosinclinal. Este parece ser el único camino, y de escaso rendimiento, por el cual ámbitos océanos profundos puedan experimentar transformación a alguno de los otros dos tipos, es decir, primeramente a ortogeosinclinales y después, por su intermedio, a circunstancias continentales.

«POST SCRIPTUM» A PRINCIPIOS DE 1949

El anterior escrito estaba en tipo de imprenta hace cinco años; su corrección se hizo ya a fines de 1944, pero su publicación fué impedida por interrumpir su aparición el «*Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde*».

Algunas cosas que en 1944 eran novedades, han sido publicadas después por mí con amplitud en otros lados; no obstante, el editor me ha rogado que no altere la forma y el contenido originales de la conferencia.

Añadamos que mis explicaciones sobre los arqueo-océanos y especialmente sobre los criterios para su reconocimiento han sido completados en un artículo titulado «Arqueo y Neo-Océanos», aparecido en los «Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin». Math-nat. Klasse. año 1945-46, número 6. En las láminas 1 y 2 se presentan los mapas geotectónicos de las zonas árticas y atlánticas que señalan la situación de los ámbitos que se han de considerar como arqueo-oceánicos.

H. STILLE

11 de Enero de 1952.

Sobre el origen del Archipiélago canario

POR

MANUEL CABRERA KABANA

Ingeniero de Minas e Ingeniero Geógrafo
Colaborador del Instituto de Estudios Africanos

MANUEL CABRERA KABANA

SOBRE EL ORIGEN DEL ARCHIPIELAGO CANARIO

El origen de las Islas Canarias ha sido tema de discusión entre los científicos y de fantasía por parte de los literatos. Las diversas opiniones que han existido sobre este asunto corresponden a las distintas etapas del desarrollo de la investigación geológica y de los conocimientos geográficos.

Tres opiniones se han manifestado hasta ahora para explicar la génesis de Canarias; primeramente, se las consideró como resto de la Atlántida hundida y hoy se discute sobre si es un trozo del continente africano que quedó aislado por efectos geológicos o si es un producto de erupciones volcánicas tan independientes del Africa como de la Atlántida.

La opinión favorable a la existencia de un continente atlántico, hundido por causa de un gran cataclismo en las profundidades actuales, carece casi en absoluto de defensores y ha quedado relegada al dominio de la leyenda. Hoy día, los relatos de los Diálogos de Platón son considerados como una fábula por todos los científicos que se han interesado en el estudio de la Atlántida: Humboldt, Martín, Unger, Verneau, Babcock, Gentil, Balch y especialmente L. Fernández Navarro en su discurso de ingre-

so en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Sus afirmaciones están apoyadas en el estudio de la constitución geológica de las escasas tierras atlánticas actuales, en la topografía actual del fondo del mar, en la petrografía de las islas, en la comparación de las características geológicas y biológicas y en la teoría de la isostasia que se opone en absoluto a considerar como continentes a las zonas de hundimiento, pues si estos supuestos continentes surgieran de nuevo la superficie de la Tierra quedaría totalmente sumergida y deberían aparecer en América, Europa y África las huellas de esta enorme regresión marina, cosa que no sucede en la realidad.

La idea de que el Archipiélago fué un grupo de montañas africanas, es tan antigua que ya en 1630 la formulaba Fr. Alonso de Espinosa en su *Historia de la aparición y de los milagros de la imagen de Nuestra Señora de Candelaria*. Esta creencia mantenida por muchos hombres de ciencia, principalmente por el Profesor de la Sorbona, Louis Gentil, considera a las Canarias como parte del sistema del Atlas, cuyas cumbres emergen de las aguas después de sufrir un brusco hundimiento al llegar al litoral del continente.

Esta idea está sugerida por el estudio de las cordilleras peninsulares interrumpidas en la costa atlántica y por la formación del Estrecho de Gibraltar, así como de las conclusiones de la obra *La géologie du Maroc et le genèse de ses grandes chaînes*. El hecho de la rapidez con que el Atlas baja de alturas de 400 metros, como el macizo de Adrar Deren (montañas de las montañas), Uenkrim (4090) y Tubkal (4190), hasta el nivel del mar y la situación geográfica de Canarias en la continuación de la cordillera africana, afirmaron a Gentil y seguidores en su opinión.

Esta hipótesis tiene sólidos argumentos en contra y el

principal es la comparación de la naturaleza geológica del Atlas y de Canarias. El Atlas es una cordillera plegada y en Canarias no hay la menor huella de pliegues de ningún género.

La afirmación anterior requiere unas explicaciones de forma que resalte la diferencia fundamental al hacer la comparación entre ambas formaciones. Los movimientos alpinos hicieron aflorar de las aguas del geosinclinal del Gran Mediterráneo o Tethys y adosarse a las masas continentales, los sedimentos incubados en centenares de siglos, formando la línea pirenaica entre la meseta Central francesa y el macizo Ibérico, el sistema orográfico Bético-Rifeño entre el mismo pilar ibérico y la meseta marroquí y, por último, la cordillera del Atlas, entre la meseta marroquí y el pilar sahariano.

La meseta marroquí ha sido el núcleo al que se han adosado las formaciones posteriores en acción conjunta con la meseta sahariana, altiplanicie primaria también, cuyos rasgos han sido enmascarados por otras vicisitudes geológicas que han inducido a considerarla infundadamente como el fondo de un Océano desecado.

Los sedimentos formados en las fosas secundarias, comprimidos por los dos pilares marroquí y sahariano, sirvieron para engendrar la cadena del Atlas, formada de anticlinales y sinclinales, escalonados sin cabalgaduras, y un simple movimiento de báscula posterior bastó para elevar todo el sistema de los Altaides póstumos, como Suess ha denominado al Atlas, a las alturas actuales.

La gran cordillera es un pliegue de fondo que se ha formado a expensas de un zócalo herciniano y por ello vemos que aparecen en la serie estratigráfica terrenos primarios junto a los secundarios y la única región eruptiva, el macizo de Sirua, en la unión del Alto Atlas con el Anti Atlas,

está formada por una base de pizarras primarias cubiertas por una capa de lavas recientes, caso claro de volcanismo sinorogénico.

En Canarias, por el contrario, los únicos terrenos sedimentarios son de origen litoral, y son los más antiguos del Mioceno inferior y además los materiales arrancados por las sucesivas erupciones al zócalo sobre que, sin duda, se alza el macizo volcánico son siempre rocas plutónicas, nunca sedimentos más o menos metamorizados. Mientras nuevos hallazgos en condiciones de garantía no vengán a demostrar lo contrario, podemos afirmar el carácter exclusivamente eruptivo del Archipiélago Canario.

A este argumento fundamental se añade la diferencia de signo de los movimientos a que están sometidas las Islas Canarias y el litoral africano, así como la crítica de los hechos que afirmaron en su idea a los seguidores del profesor Gentil.

Los movimientos basculares que parecen afectar de una manera continua al litoral marroquí son de signo negativo, mientras que en Canarias aparecen playas levantadas con alturas superiores a 200 metros sobre el nivel del mar, recubiertas por erupciones modernas, formando junto al mar acantilados de tobas y conglomerados fosilíferos de origen litoral, que son prueba de un movimiento de emersión de larga duración y sin aparecer indicios de hundimiento alguno.

La situación geográfica de las Islas Canarias en la prolongación del Alto Atlas es relativa, ya que este sistema orográfico está dividido en cordilleras de direcciones diversas e incluso en el mismo Alto Atlas se aprecian pliegues hercinianos de dirección Sur-Norte, fracturas y hundimientos de dirección Oeste-Este y pliegues terciarios Oeste-Sudoeste, Este-Nordeste.

Además de no existir una dirección definida del Atlas, las cumbres canarias forman una serie de líneas paralelas orientadas SO. a NE. que no coincide con la dirección que pudiera considerarse como directriz principal del Alto Atlas; estas alineaciones canarias parecen señalar fracturas tectónicas por donde seguramente se han efectuado las emisiones de materiales eruptivos, como ocurre con la fractura jalonada por las erupciones de Timanfaya en 1730-36 y las de Tao, Tiguatón y Montaña del Fuego en 1824, en la isla de Lanzarote. Sobre este hecho han insistido Hernández Pacheco, L. Fernández Navarro y Suess.

El descenso rápido de altura de las cumbres del Atlas es relativo, pues la transición es insensible en la región litoral atlántica entre el Alto Atlas occidental y la zona de mesetas que va desde la costa hasta el paso de los Bibaum. El perfil hipsométrico del corte Alto Atlas, Cabo Guir y Canarias, demuestra que la variación de la relación de altitudes a distancias horizontales es mucho menor en el Continente que en el Archipiélago. El descenso de 4.165 metros hasta el nivel del mar se verifica después de un recorrido de unos 250 kilómetros, mientras que en Canarias el Pico del Teide surge desde fondos inferiores a 4.000 metros, levantándose a más de 8.000 metros en total, en distancias inferiores a los 50 kilómetros en línea recta.

Gentil, al establecer su punto de vista, compara y considera análogos el brazo de mar que separa Canarias del Africa con el Estrecho de Gibraltar. Esta semejanza no es completa, pues el Estrecho alcanza una profundidad de 300 metros en el meridiano de Punta Carnero y una anchura de menos de 14 kilómetros entre Tarifa y Cires, formando una barrera que desciende rápidamente tanto hacia el Atlántico como hacia el Mediterráneo, mientras que

el Canal que separa Fuerteventura y Lanzarote de las costas africanas alcanza profundidades de 1.000 a 1.500 metros, en una anchura de 120 kilómetros, sin que esta profundidad tenga grandes variaciones en toda esta zona.

Además, el Estrecho tiene su origen en la rotura que sufrió la cordillera Rifeña al rebasar su límite de flexión y que continúa por la cordillera Bética, mientras que la separación de Canarias del Africa no tiene este origen.

Sobre la tercera hipótesis existen algunas variantes ideadas por von Buch, Humboldt, Le Croix y Suess, que serán objeto de alguna nota aparte. Aquí hemos intentado analizar la situación actual del problema, pero sin negar la posibilidad de una unión de fecha relativamente moderna entre Africa y el zócalo, base de las Islas Canarias; las razones anteriores parecen indicar que el origen del Archipiélago Canario es exclusivamente volcánico.

21 de enero de 1952.

Noticias

Isótopos y núclidos.

A causa de los diferentes criterios que existían sobre el empleo de los vocablos isótopos y núclidos, la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, en su Reunión de 11 a 13 de junio de 1951, tomó el acuerdo de hacer la siguiente recomendación:

Se reserva el nombre de «isótopos» a los diferentes átomos que tienen el mismo número atómico, y «núclidos» a los átomos que tienen idénticos el número atómico y el número másico.

Normas para la confección de los mapas 1:400.000 y 1:200.000.

Con el fin de unificar criterios y establecer directrices para la confección del Mapa Geológico de España 1:400.000 y de los provinciales 1:200.000 se ha nombrado una ponencia formada por Ingenieros del Instituto Geológico que está redactando las correspondientes prenormas, que serán sometidas a los geólogos españoles para que den su opinión y sugerencias antes de elevarlas a normas.

Léxico geológico.

En las obras modernas de Geología y ciencias afines se observan diferencias de criterio en las voces que han de representar una misma idea, empleándose en muchas ocasiones palabras que no son las más adecuadas. Estas divergencias son más considerables en las obras y artículos traducidos al español. Con el fin de encauzar la corriente sobre adaptaciones de las palabras que en muchas ocasiones pueden ser reemplazadas por voces antiguas y para facilitar asimismo la labor a los autores, se ha nombrado una comisión formada por los Sres. Gavala, Novo, San Miguel de la Cámara, Gómez de Llarena y Ríos, quienes están preparando un vocabulario con entradas en alemán, inglés, francés y español de las voces más usuales en la Geología y ciencias complementarias.

XIX Congreso Geológico Internacional.

Del 8 al 15 de septiembre tendrá lugar en Argel el XIX Congreso Geológico Internacional. Coincidiendo con el mismo se efectuará una serie de excursiones geológicas por Túnez, Argelia y Marruecos; unas,

en los días precedentes, y otras, en los siguientes a los de las sesiones científicas.

A dicha reunión asistirá una selecta representación de geólogos españoles que aportarán trabajos de gran interés. El Instituto Geológico y Minero de España tiene preparadas para su presentación en el mismo varias obras, que suman en total más de 11.000 páginas, todas ellas publicadas en los cuatro años transcurridos desde el Congreso anterior celebrado en Londres; 70 hojas del Mapa Geológico Nacional 1:50.000 realizadas en el mismo tiempo, y la nueva edición del mapa 1:1.000.000 de la Península Ibérica, formado en colaboración con los geólogos franceses y portugueses.

Notas informativas

Nota informativa de la Hoja de Mérida, núm. 777.—Escala a 1 : 50.000.

En esencia, esta hoja no es más que un batolito granítico-diorítico, que hacia el SW. queda cubierto por el mioceno, del cual descuellan los restos de un gran anticlinal de cuarcitas ordovicienses, dando lugar a la sierra de San Serván, fallada en un flanco meridional y orientada según el arrumbamiento hercínico.

El abultado manchón diorítico desvió al Guadiana hacia el S., dando origen a un gran arco abierto hacia el N., que va limitando, en realidad, origen a un gran arco abierto hacia el N., que va limitado en realidad, a la masa diorítica de las formaciones paleozoicas que quedan hacia el S. fuera de la hoja.

Superpuesto el batolito y precisamente en la zona de contacto entre granito y dioritas, que es muy neta y limpia, aparecen el cerro calizo de Carija, cerca y al NW. de Mérida y otros cerrillos igualmente calizos, que representan al Cambriano y que enlazándose con los de La Garrovilla forman una cadena o corrida de manchones que vienen del NW.

Se inicia, pues, en esta hoja la presencia del Cambriano, que ha de ocupar ya en las hojas contiguas que quedan hacia el Sur mucha mayor extensión.

El Terciario aparece constituido por dos conjuntos. El más inferior, que ocupa casi toda la zona situada fuera del dominio de las rocas eruptivas, da origen a dos niveles. Hacia las zonas inferiores están los Barros, al que cubre el caleño, aquel preponderantemente arcilloso; este otro, arcilloso calizo.

El conjunto superior queda formado por plioceno detrítico, fundamentalmente representado por rañas o formaciones muy afines. A veces y en zonas muy restringidas se reconocen niveles miocenos calizos que pudieran representar a un Ponticense. Tal es lo que ocurre en las inmediaciones del puerto de Sevilla. El amplio valle del Guadiana queda ocupado, al W. de Mérida, por masa de cascajos y arenales cuaternarios.

Todo este país está muy arrasado, habiendo sido desmantelados los conjuntos paleozoicos hasta sus más profundas raíces, no descollando sino las zonas que por la mayor resistencia de sus rocas aguantaron mejor. Tal es lo que ha sucedido con el Cerro de Carija y los más aplanados de La Garrovilla, que son calizos, y con la Sierra de San Serván, cuarcitosa.

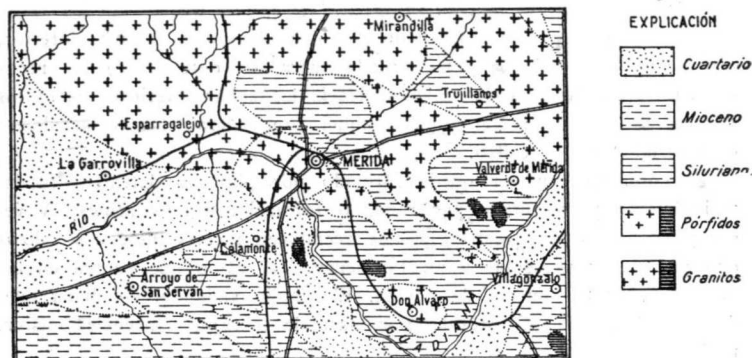
ESQUEMA DE LA HOJA N.º 777

MÉRIDA



MÉRIDA.

777.



Los restantes manchones paleozoicos o quedan más o menos enraizados con la mancha diorítico-granítica o aparecen cubiertos por el terciario mio-plioceno.

En realidad, la formación geológica, prescindiendo del conjunto terciario, no es, ni más ni menos, que un conjunto de alineaciones Hespéridas, totalmente arrasadas o soterradas.

Si comparamos la distribución de terrenos y formaciones que ahora ofrecemos con los que muestran los mapas a escala 1:400.000 y 1:1.000.000, vemos que es totalmente diferente, pues han pasado desapercibidas las grandes manchas de dioritas, que dan origen a uno de los conjuntos mayores de España, pues fueron incluidas al conjunto granítico, que no guarda ni contornos ni extensión siquiera comparables con la realidad.

El conjunto del Plioceno fué incluido en los mapas anteriores, en la gran mancha cuaternaria que ha quedado ahora muy reducida, si bien ocupa en el anchuroso valle del Guadiana extensión muy importante.

El relieve no es más que el residual de las Hespéridas, como se ha indicado, si bien aquí muy embotado y con grandes discontinuidades, pues sufre, particularmente al avanzar hacia el batolito granítico-diorítico, una distorsión en su arrumbamiento, como se observa especialmente con los manchones de las calizas cambrianas. Por el contrario, las alineaciones silurianas cuarcitosas, situadas más hacia el S., son más continuadas y marcan mejor las corridas de pliegues hercínicos, al no estar afectados directamente por el batolito eruptivo.—ROSO DE LUNA y H.-PACHECO.

Nota informativa de la Hoja geológica de Mirandilla, núm. 752.—Escala a 1:50.000.

Se caracteriza fundamentalmente esta hoja, por ser zona de contacto entre la gran mancha paleozoica de la Sierra de San Pedro, en su zona más oriental, con el batolito granítico-diorítico de los campos que se extienden al N. de Mérida. Pero tal contacto, en parte, está oculto por formaciones terciarias modernas, que vienen así a ocupar la depresión erosiva existente entre ambos conjuntos geológicos.

En el mapa antiguo, a escala 1:400.000, y en el más moderno, a escala 1:1.000.000, la distribución de las manchas de los terrenos, así como la determinación de su edad, es muy diferente a la realidad. Así, se incluyen en un solo manchón granítico el complejo de granitos y dioritas, que ocupa amplio espacio en estas zonas, manchón que ofrece ahora contornos y distribución muy diferente, con la que fué representado entonces.

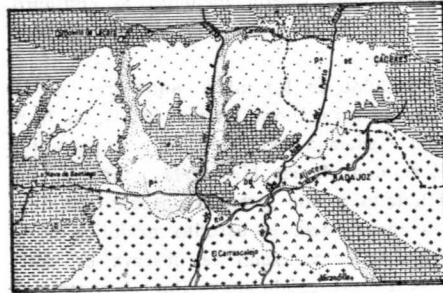
El dominio del siluriano es algo aproximado al que ahora ofrecemos,

si bien no se diferenciaban en él los conjuntos cuarcíticos de los pizarrosos ni se destacaban las pizarras cambrianas que quedan hacia el ángulo NE. de la hoja.

Los conjuntos terciarios, que en los antiguos mapas no figuraban, al estudiar ahora el país se destacan de la gran banda cuaternaria que en esta zona aparecía; terrenos que dan origen a un conjunto plioceno formado por rañas y caleño; el primero, adosado a los materiales cuar-

ESQUEMA DE LA HOJA N.º 752

MIRANDILLA.

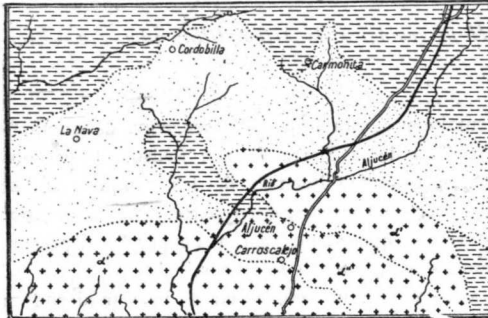


EXPLICACION

CUATERNARIO.....	Aluviones
PLIOCENO.....	Rañas
	Caleño
MIOCENO.....	Berros
SILURIANO.....	Cuarcitas
	Pizarras
CAMBRIANO.....	Pizarras
	Granitos
ROCAS ERUPTIVAS	Granitos
	Dioritas

MIRANDILLA

N.º 752



EXPLICACION

Cu	Cuaternario
S	Siluriano
d'	Porfidos
d''	Granitos

citoso-pizarrosos de la Sierra de San Pedro, y el segundo, cubierto por éste, que descansa sobre un mioceno arcilloso, que forma los campos al S. de La Nava de Santiago y que se han dotado como nivel un poco inferior al pontiense.

En grandes zonas, el terciario aparece cubierto por masas de alu-

viones modernos. Tal ocurre en la gran llanada donde el riachuelo Lácara se une con el arroyo de Valdecondes, al E. de La Nava de Santiago, y también a lo largo de la ancha vallonada del arroyo Coto Calderón, hasta zonas cercanas a Carmonita.

Más al E., al erosionarse el conjunto terciario, asoma el substrato paleozoico (Siluriano Ordoviciense), formado por cuarcitas.

Aislada por la masa eruptiva, granítica y diorítica, destacan las Sierras del Moro y Bermeja, que no es sino una corrida cuarcitosa de pliegues hercínicos, orientada hacia el NW.

Lo mismo ocurre al N. del manchón granítico y en el borde E. de la hoja, donde las corridas hercínicas quedan perfectamente marcadas, desapareciendo hacia el W. al quedar cubierto el Siluriano por la formación de raña.

En esta hoja es interesante el conjunto terciario, dado hasta ahora como cuaternario, que es sensiblemente horizontal, pues plantea una serie de problemas estratigráficos del más alto interés, que podrán resolverse, en definitiva, al estudiar las hojas contiguas hacia el W., y más si se tuviese la suerte de que tales formaciones encerrasen yacimientos fosilíferos, al menos de moluscos palustres.

Así, pues, la hoja de Mirandilla forma ya parte de la depresión terciaria, más o menos seguida por el Guadiana, si bien este río no se amolde en absoluto a ella, pues en ocasiones corre directamente sobre materiales paleozoicos o grandes manchones eruptivos de rocas granudas, saliéndose del dominio del Terciario.—ROSO DE LUNA y H.-PACHECO.

Nota informativa de la Hoja de Toro

Según indica la Memoria explicativa, el territorio de esta Hoja está enclavado en la gran planicie leonesa subordinada a la cuenca del Duero en sus circunstancias geográficas y geológicas. Hállase situada hacia el centro del borde occidental de los terrenos modernos integrantes de la amplia meseta de Castilla la Vieja—León o sea próxima al bloque de terrenos paleozoicos y arcaicos, con grandes zonas endógenas, que ya no se interrumpen hasta el NW. de Galicia y el mar.

Un tercio aproximado de su superficie, hacia el E., pertenece a la provincia de Valladolid, mientras que los dos tercios occidentales de la misma corresponden a la de Zamora, en la cual la villa de Toro es cabeza de partido.

El borde SW. es cruzado por la vía férrea de Medina del Campo a Zamora y varias carreteras facilitan la comunicación entre los diferentes poblados, siendo las más importantes la de Tordesillas a Zamora, la de Fresno de la Ribera a Pozantiguo y Abezánez y la que, cruzando la villa de Toro, pasa por Villavendimio, Benafarces, Tiedra y atraviesa el

borde NE. del territorio estudiado; algunos caminos vecinales completan la bastante aceptable red de comunicaciones, facilitadas por la suave topografía comarcal.

Llegan a menos de 200 metros los desniveles observados entre puntos culminantes y más bajos de este territorio, correspondiendo la menor altitud, de 640 metros, al lecho del Duero junto al ángulo SW., y la mayor elevación a la altiplanicie que domina Tiedra, a unos 820 metros de cota. El terreno en su conjunto se inclina ligeramente al S., y las indicadas diferencias de altitud se reparten en tres terrazas que se escalonan de S. a N. subordinadas a la erosión y formaciones fluviales; la primera, y más meridional, de 640 a 660 metros comprende el primer escalón del río y llega hasta acantilados de la ciudad de Toro (730 metros), mientras la segunda, erosionada, se extiende hacia el N. en ondulaciones, de 720 a 760 metros, hasta pie del escalón de alturas próximas a 800 metros en que se asientan varios pueblos, cual Vezdemarban y Pobladura, y en cuanto a la tercera terraza, domina Tiedra, sobre rodadas calizas, alcanzando los 820 metros de altitud.

Su hidrografía superficial está caracterizada por un corto trecho del curso del Duero, que frente a la villa ha sufrido cambio de dirección desde época romana, y varios afluentes al gran río. Entre ellas merece citarse los ríos Bajoz, Hornija y varios arroyos de escaso caudal, secos en verano. La precipitación media anual oscila de 300 a 500 mms. de lluvia con media de 340 mms., y el clima es de tipo continental con grandes oscilaciones térmicas, desde 10° bajo cero a 42° centígrados a la sombra, en los grandes calores.

Distinguen los autores cuatro grupos de suelos: arcillosos (a veces algo calizos), silíceo arcillosos, arenosos con algún cascajo y aluviones en la vega del Duero.

En cuanto a Estratigrafía es fácil diferenciar dos grupos de terrenos: se desarrolla el Terciario en las colinas y mesetas más alejadas del río principal y corresponden al Cuaternario las grandes llanuras subordinadas a la red fluvial y sobre todo al gran río.

Integran la formación terciaria tres series de rocas que, de abajo arriba son: areniscas con tránsito a pudingas, areniscas alternadas con arcillas y calizas con arcillas rojizas. El diluvial, de tierra laborable arcillosa con cantos cuarcitosos rodados, se presenta desde las márgenes del Duero hasta la falda de las colinas formadas por estratos miocenos.

La arenisca del tramo mioceno, o paleogeno, basal es poligénica con elementos de uno a tres centímetros y se afina en las tongadas más altas cargándose de sales de hierro; toma consistencia y dureza en alrededores de la capital y por facilidad de arranque y labra ha permitido desarrollar la admirable arquitectura de Zamora. Vienen sobre ellas las areniscas arcillosas y culmina la formación con las calizas de Valdefinjas.

Tiene el Mioceno de estas zonas espesores muy variables, desde algunos centímetros en las orillas del Esla a 20 ó 30 metros cerca de Monta-

marta, donde ya parece enlazar con el paleogeno de la capital, y debe llegar a más de 150 metros en alrededores de Toro, siendo su posición, en general, horizontal con ligeros trastornos e inclinaciones en algunos parajes.

La uniformidad de los estratos hace difícil la separación de pisos terciarios. Por examen litológico cabe atribuir las areniscas más bajas al Paleogeno, de Zamora, con fósiles. El tramo arcilloso parece abarcar todo el Mioceno inferior y medio, encontrándose en su base, en otras comarcas, restos de mamíferos. Las calizas culminantes se suponen del Pontienense, ya que, a más de su posición, encierran con frecuencia «fauna» de «acuicúcidos» difícil de especificar, pero buena como dato empírico.

El Diluvial se compone de capas alternantes de arenas y tierras arcillo-sabulosas en la base, mientras dominan en la parte alta aluviones arcillosos con cantos poligénicos de cuarcita siluriana; las diferentes épocas de los depósitos cuaternarios coinciden con los depósitos de las terrazas que parecen diferir entre sí unos 40 a 50 metros desde el Duero a Tiedra. El Aluvial está formado por el cauce actual del gran río y el antiguo, llano, divagante en los desbordamientos, cuyo fondo es de gruesos cantos rodados cuarcitosos y mucha arena, así como los cauces de sus afluentes.

La Tectónica comarcal está definida, entre otros rasgos, por el hecho de que al comenzar la gran ablación paleogena la cuenca del Duero ya estaba socavada en los terrenos paleozoicos que hoy asoman en sus bordes N. y W., según comprueban los cantos de cuarcita y cuarzo presentes en las pudingas terciarias inferiores. En esta Hoja de Toro pueden apreciarse dos movimientos orogénicos: está indicado el primero por la gran discordancia entre estratos paleozoicos y terciarios, los pliegues de las fajas paleozoicas unidas al granito se arrumban al NW. y parecen ser de época herciniana. Un segundo movimiento debió ser la emergencia en masa del mioceno continental indicada por el rejuvenecimiento de las aguas fluviales; la comarca sufrió verosíblemente un levantamiento de impulso lento en masa que no ha desarreglado los estratos horizontales. Cabe admitir, además, una epirogénesis cual la indicada, como de edad reciente, por Botella, entre Villadondiego y Benaflores.

Al referirse a Hidrología subterránea indica la Memoria que en estas líneas reseñamos una localización de fuentes en la depresión o barranco suave que, formando curva de S. a N., rodea detrás de las colinas el pueblo de Valdefinjas, lo cual, coincidiendo con la inclinación de estratos, parece indicar la presencia de un nivel acuífero entre las calizas y el horizonte infrayacente de arcillas sabulosas. Entienden los autores que siendo escaso el nivel acuífero, las obras de alumbramiento deben ser de reducido coste y proponen dos galerías que arrancando de vertiente N. de la colina que separa el pueblo del barranco crucen hasta emplazamiento de dicho poblado. Aconsejan, además, la perforación de sondeos, de unos 200 metros, para cortar todo el terciario hasta el paleozoico discordante inferior.

Se incluyen también en la Memoria explicativa datos referentes a características hidrológicas y obras de alumbramiento hechas y proyectadas en numerosos pueblos de la comarca. — A. DE ALVARADO

Nota informativa de la Hoja de Ponferrada.

La Hoja de Ponferrada núm. 158 está contenida en la parte occidental y norte de la provincia de León, casi en el límite con las de Lugo y Orense.

Geográficamente es interesante, por comprender la mayor parte de la llanura del Bierzo, espléndido ensanche producido por la confluencia de los ríos Burbia, Cua y Boeza al Sil en medio de un nudo orogénico que presenta alturas de 1.000 metros en dirección N., excediendo en poco más de 100 metros a la altura media de la llanura berziana.

Geológicamente, se presentan los terrenos antiguos, cambriano y siluriano, bordeando la Hoja, tanto por el N. como por el S., constituyendo como un anillo solo abierto por el cauce del Sil alrededor de los terrenos modernos que forman la vega terciaria. El hallazgo de fósiles característicos ha permitido la localización exacta de los terrenos primarios que litológicamente resaltan con cuarcitas y calizas en corridas seguidas, de dirección casi E.-O., siguiendo las directrices de los arcos hercinianos en esta zona, cerrando la gran cuenca de relleno reciente.

Los pliegues del Salopiense, en el Gotlandiense superior gallego, bien ofrecidos en Las Danzas y macizo de Los Apóstoles, son apoyos de las calizas más altas de *crinoides*, que con rumbo NO. avanzan a las corridas (E.-O.) de Corullón, Sobrado, hasta el gigantesco monte del Seu, fuera de la Hoja, donde los brazos de *poteriocrinus* ofrecen enlaces de *auloporidos* precursores de estratos tanusienses y enschienses, señalado avance que hacemos en esta nota.

Los terrenos modernos mioceno y cuaternario dan lugar, en la literatura de la Hoja, a una interesante discusión por su formación particular, que ya se inicia en esta parte del Bierzo, adquiriendo mayor importancia y particulares características en Las Médulas, yacimiento aurífero conocido desde la época de los romanos.

Hubo en primer lugar excavación de la superficie premiocena, equivalente y, en parte, contemporánea a las altas erosiones en planicie, de los estratos paleozoicos; este movimiento pudo ser iniciado por hundimientos parciales, llegándose a la entrada del cretáceo al N. de Ponferrada (Riello, etc.). Después, el relleno es de gruesas pudingas de tipo oligoceno, base de las arcillas y margas miocenas que se forman en fosa más superficial, ya en sentido emergente, mezclándose los finos detritus legamosos que dominan y provienen de los rumbos del N. con las aguas calcáreas y sedimentos finísimos, coloidales, que originan las alternancias de arcillas en el fondo, encima las calizas sabulosas y margas que cons-

tituyen la base miocena comprobada por los sondeos; alternan con las arcillas hasta los 30 ó 50 metros por debajo del valle y las margas asoman a los taludes de los terrenos acotados con 20 ó 25 centímetros, como Valdecanes, Bergidum (Castro IV), Cacabelos (921), etc.

Las terrazas van descendiendo, embutiéndose en el valle, pero ya han empezado las aportaciones de pseudoglaciarismo de cantos más gruesos que se van clasificando en las nuevas ramas abajo o quedan colgados arriba al decrecer la glaciación (Ferradillo, etc.). Esos son los tiempos pleistocenos, diluvianos viejos, que vinieron a ofuscar no solamente los depósitos miocenos, sino la morfología de rasas, dejando grandes arrastres colgados (médulas) al disminuir las alturas y la actividad de los agentes, a la que, muy verosimilmente (estudio de la costa de Lugo), pudo contribuir una nueva oscilación en sentido contrario a la anterior. Por fin, queda el trabajo erosivo del cuaternario moderno y el poder químico de las aguas sobre las superficies neogenas y holocenas, infiltraciones desérticas de bicarbonato de cal en las desgastadas tongadas miocenas, rubefacciones debidas a la impregnación laterítica de hierro y su paso a férrico con formación de cordones de pudinga cimentados por limonita de reciente depósito, etc.

Este mecanismo, esbozado y adoptado al caso que se haya de considerar, determinará las variaciones; es motivo de tipo bastante general para explicar el principio de las escalonadas formaciones tabulares en las violentas trancadas a que obliga la escasa distancia desde los circos altozanos y cumbres de la línea cantábrica al borde paralelo del mar.

Termina la Hoja con la descripción de alguna fuente minero-medicinal, yacimientos de scheelita que tuvieron interés en la pasada guerra, por la carestía de mineral, y una descripción rápida de las imponentes instalaciones industriales comprendidas dentro de la Hoja, que son: Cementos Cosmos, Centrales de Minero-Siderúrgica de Ponferrada y especialmente Central de Compostilla del Instituto Nacional de Electricidad. Todas estas factorías tienen relación íntima con asuntos mineros, y por esta razón parece interesante referirse a ellas en una publicación como la que nos ocupa. — A. H. SAMPELAYO

Nota informativa de la Hoja de Palomares del Campo.

Esta Hoja ha sido estudiada por el Ingeniero de Minas D. Juan Antonio Kindelán.

Toda la zona occidental está constituida por calizas, cretáceas en su mayor parte, presentando algunos accidentes, con un anticlinal muy constante de dirección aproximada NS.

En el ángulo SO. se aprecian en contacto con las calizas cretáceas otras pontienses con pequeña extensión.

Yaciendo en concordancia con el cretáceo se extienden hacia el centro de la hoja formaciones oligógenas, constituidas casi exclusivamente

po molasas y arenas. Sólo en la zona N. se encuentran algunos cerros con la formación oligocena más completa, observándose sobre las molasas una hoja de margas arcillosas coronadas por gonfolitas.

En la zona oriental aparecen depósitos miocenos constituidos por yesos y arenas, coronándose por calizas pontienses.

El autor encuentra una anomalía tectónica de las calizas pontienses en esta hoja, y es una caída de éstas hacia el S., y considero que ello representa el enlace de las formaciones miocenas de uno y otro lado de la sierra de Altomira.

A Poniente de esta sierra se encuentra el Mioceno con una acusada inclinación hacia el SSO. motivado por un movimiento basculante, alrededor de una charmela situada en la provincia de Guadalajara.

A Levante, la formación permanece horizontal y ambas se unen al N. de la citada charmela.

La reunión por el S. de Altomira precisa otro accidente, y el autor cree observarlo en una línea de fractura a lo largo del río Jiguela.—J. A. KINDELÁN

Nota informativa de la Hoja de Villar de Olalla.

Esta Hoja ha sido estudiada por el Ingeniero de Minas D. Juan Antonio Kindelán.

La mayor parte de la superficie de la Hoja está formada por depósitos oligocenos.

Encuentra el autor en ellos tres horizontes muy destacados: en la base, molasas deleznable, frecuentemente resueltas en arenas; en medio margas muy arcillosas, y en la coronación, gonfolitas con cantos silíceos y cemento arcilloso en unos parajes y calcáreo en otros.

Las molasas de la base corresponden a las que se adosan a las calizas cretáceas de la sierra de Altomira y Cuenca, en donde la erosión ha hecho desaparecer los horizontes superiores del oligoceno, que en esta Hoja toman gran desarrollo.

Por debajo del oligoceno se encuentran, en concordancia, calizas del cretáceo superior que se extienden por la zona oriental y enlazan con las formaciones de Cuenca.

Por encima, principalmente en la región N. y NO., aparecen calizas pontienses, y entre ellas y el oligoceno arenas y arcillas yesíferas tortonienses.—J. A. KINDELÁN

Nota informativa de la Hoja de Los Navalmorales.

Esta Hoja ha sido estudiada por los Ingenieros de Minas D. Juan Antonio Kindelán y D. José Cantos.

Encuentran una base paleozoica, que se apoya sobre granitos con intermedio de una banda de metamorfismo.

El paleozoico lo consideran ordoviciense, habiendo encontrado en las cuarcitas *Scolithus defrenois* y *vexillum* s. p. Sin embargo, las pizarras que yacen bajo las cuarcitas, aunque sin datos paleontológicos, presumen que pueden ser cambrianas.

Esta formación paleozoica se extiende por el S. de Los Navalmorales y por Navalmillos, así como por la zona SE. En el límite occidental se aprecian también algunas manchas.

Se encuentra muy movida y levantada, acusándose un anticlinal muy destacado de dirección O.-SO. al E.-NE.

Por la zona N., así como por los límites de Levante y Poniente, aprecian los autores depósitos sabulosos tectonienses con algunos yesos.

Cerca del ángulo NO. encuentran unos pequeños asomos de areniscas (molasas) que consideran oligocenos.—J. A. KINDELÁN

Nota informativa de la Hoja de Mérida.

Esta Hoja fué estudiada por los fallecidos Ingenieros de Minas don Augusto Gálvez Cañero y D. Luis Jordana, siendo recopilada y completada por D. Juan A. Kindelán.

La mayor extensión de la Hoja está constituida por rocas plutónicas y metamórficas.

Las primeras están representadas por granitos, de los cuales estudian los autores, petrográficamente, numerosas muestras.

Las rocas metamórficas son gneis que se extienden principalmente por la zona N. y de los cuales hacen también profusión de análisis petrográficos.

Como terrenos sedimentarios, además de las extensas formaciones modernas del río Alberche, sólo se presentan arenas y arcillas sabulosas miocenas, que se considera tectoniense.

Estudian la zona del NO. desde el punto de vista minero, señalando varios filones (algunos con indicios de explotación) de minerales metálicos, principalmente de cobre.—J. A. KINDELÁN.

Nota informativa de la Hoja de Llanes.

Esta Hoja ha sido estudiada por los Ingenieros de Minas D. Primitivo Hernández Sampelayo y D. Juan A. Kindelán.

Dada la complicación topográfica de la región, los autores hacen un previo estudio de morfología geográfica incluyendo un croquis de altitudes, por el cual se aprecian una serie de alineaciones elevadas hacia el Poniente que terminan por Levante en las llamadas «sierras planas».

Como base de los terrenos, dentro de la Hoja, encuentran cuarcitas ordovicienses, que se presentan principalmente en el centro de las «sierras planas», recubiertas por areniscas infradevonianas.

En la playa de la Ballota y otros parajes se presentan sobre las areniscas capas de calizas baregianas extraordinariamente plegadas y removidas, así como un lecho de mármol griota, sobre el cual se apoyan en discordancia grandes masas de calizas dinantienses.

Más arriba aprecian calizas infracretáceas, en manchas aisladas discordantes con el paleozoico y también movidas y levantadas, coronadas por otras cenomanenses.

El nummulítico está representado por una amplia mancha hacia Poniente y, por último, se aprecian pequeños testigos miocenos.

En esta columna estratigráfica y a distintos niveles han encontrado numerosos fósiles, que permiten situar los distintos horizontes, algunos de los cuales se reproducen fotográficamente.

Por último, hacen un estudio de la génesis de las sierras planas, cuestión muy discutida, concluyendo que son debidas a la detención o disminución de la intensidad de la erosión al llegar éstas a las cuarcitas ordovicenses. — J. A. KINDELÁN.

Nota informativa de la Hoja de Gálvez.

Esta Hoja ha sido estudiada por los Ingenieros de Minas D. Juan Antonio Kindelán y D. José Cantos.

En ella se describen amplias manchas de rocas graníticas que sirven de base a la formación, presentándose sobre ellas una formación de pizarras cambrianas, coronadas por cuarcitas, muy levantadas y movidas, presentando algunas fallas.

Entre los granitos y el paleozoico se extiende una amplia zona de rocas metamórficas muy variadas, que van desde los gneis, cerca del granito, a las pizarras nodulosas, en contacto con el cambriano, zona que consideran los autores debida al metamorfismo producido por el levantamiento (hercínico) y la surrección de las rocas plutónicas.

Consideran asimismo que estas rocas metamórficas provienen, en parte, de las pizarras cambrianas y, en parte, del granito, endomorfizado, sin que pueda señalarse el límite.

Como terrenos más modernos, señalan algunas manchas oligógenas y depósitos miocenos (tortonenses), así como cuaternarios, encontrándose los pleistocenos muy desarrollados.

Desde el punto de vista minero, señalan y describen unos yacimientos de grafito situados al N. de Gálvez, enclavados en los gneis, en cuya masa se encuentran intercalados las laminillas de grafito muy pequeños en forma semejante a las micas.

También señalan y estudian otra mina de caolín, igualmente en los gneis. J. A. KINDELÁN.

Nota informativa de la Hoja de Alcázar de San Juan.

Esta Hoja, de que es autor el Ingeniero de Minas D. Juan A. Kindelán, se encuentra en la Mancha; pero hasta ella avanzan las estribaciones más orientales de los montes de Toledo.

Describe el autor formaciones silurianas, triásicas, Miocenas y Cuaternarias.

Las primeras están constituidas por cuarcitas ordovicenses levantadas por empujes hercínicos, que ocupan el borde S. de la Hoja.

Las triásicas, que se presentan en una mancha central, por Camuñas y Villafranca, se desarrollan en la zona oriental y están casi exclusivamente constituidas por el tramo inferior de areniscas, observándose cerca de Herencia clásicas areniscas abigarradas y al N. de Villafranca asperones, que se explotan para piedras de afilar al agua.

Estas areniscas triásicas se encuentran muy suavemente onduladas, con ondas de dirección N.-NO., que el autor atribuye a los movimientos kiméricos.

El único afloramiento de rocas plutónicas es una pequeña mancha al NO. de Camuñas de microgranitos, que no aparece en forma de masas batolíticas, sino encajada a manera de dique vertical, de potencia muy constante de dirección N.-NE. y está acompañado a uno y otro lado por aureolas pegmatíticas, con grandes cristales de feldespato nacarado.

Esta faja parece una inclusión en el Trias; pero teniendo en cuenta que éste se encuentra inalterable en el contacto, opina el autor que es anterior, constituyen restos erosivos de una cresta granítica.

El Mioceno forma una mancha al NO., que se extiende hasta la mitad del límite N., y otra más pequeña al S. de Madridejos.

Está constituido por el horizonte arcillo sabuloso infrayacentes del término calcáreo, que el autor considera pontiense, como ha razonado en otros trabajos; pero en esta Hoja los clasifica sin duda en este piso, pues están en relación directa con el mismo horizonte de la Puebla de Almoradier, muy cercano, en donde se han encontrado restos de *Hiparion Gracile*.

En cuanto al Diluvial incluye en él las rañas, procedentes de la desgregación de las sierras Silurianas, y también los terrenos sabulosos de la zona central, producto de derrubios de la formación de areniscas.

Pero advierte que lo hace, en cierto modo, por tradición, aunque duda de la clasificación diluvial. Su opinión es que, encontrándose en general las rañas rodeando las formaciones paleozoicas de que proceden, muchas veces sustituyéndolas y conteniendo con profusión cantos de cuarcita, poco o nada rodados, no parece ello corresponder a regímenes torrenciales, dado el pequeño arrastre que presentan las cuarcitas.

Opina que el fenómeno de arrasamiento del Siluriano y su disposición en forma de rañas se ha verificado en todas las edades desde su levantamiento, y los regímenes torrenciales, lejos de ser su causa, son motivos de arrasamiento de las anteriormente formadas.

El fenómeno sigue en la actualidad, como indican las pedreras que en las laderas se forman, que son alimentadas por nuevos derrubios de las cuarcitas, pero que a su vez bajan lentamente hacia el llano, al que se incorporan en unión de los elementos terrosos.

Por ello opina que deben incluirse en el aluvial; pero para no confundirse o desorientar y por considerar que aún no está suficientemente estudiada la separación del pleistoceno y holoceno en la cuenca central, no se atreve a modificar el criterio hasta ahora seguido y conserva la clasificación Diluvial. — J. A. KINDELÁN

Nota informativa de la Hoja de Lerma.

La Hoja de Lerma núm. 276 del mapa topográfico nacional a escala 1:50.000 queda comprendida entre los meridianos 0° y los 0° 10'E. y 0° 10'O. y los paralelos 42° y 42° 10'. La carretera de Madrid a Francia, por Irún, la atraviesa por su lado occidental desde el km. 198 al 219.

Los trabajos de campo para su formación han permitido modificar mucho algunos de los terrenos señalados en el mapa geológico nacional a escala 1:400000 y el a escala 1:1000000 y rectificar muchos datos de lo publicado anteriormente sobre la Geología del terreno que abarca.

Esta Hoja no ha sido apenas estudiada; sólo un trabajo del geólogo francés M. Larrazet hace referencia a zonas comprendidas dentro de ella, pero se refieren sólo a una pequeña parte de su ángulo NE. y a otra, aún más reducida, en su ángulo SE., estudio no exento de errores, pero que es, no obstante, útil y contiene muchos datos estratigráficos bien establecidos y aporta nuevos datos paleontológicos, seguramente los primeros que fueron conocidos.

Este autor reconoce una banda jurásica que forma el núcleo de un anticlinal con el flanco NE. dislocado por pequeñas fallas y repliegues; sobre éste hay una potente banda detrítica atribuida, acertadamente, al albense; sobre éste, con espesor reducido, unas capas cenomanenses fosilíferas, a las que siguen capas margosas y calizas de edad turonense que coronan potentes bancos calizos senonenses, en general poco fosilíferos, todo ello de completa conformidad con los resultados obtenidos de mis trabajos de campo. En lo que hay disconformidad entre lo afirmado por Larrazet y observado por mí, es en la existencia de un contacto anormal, en el borde del flanco SO., del senonense superior con el albense, que le obliga a admitir la existencia de una falla longitudinal a lo largo del límite meridional de la Sierra cretácica entre Mecerreyes y Tornadijo. La realidad es, y se ve claramente, que las calizas senonenses quedan cubiertas por unas brechas calizas, concordantes con ellas, y descansando sobre éstas aparecen capas de guijos y arenas rojizas, con manchas claras, amarillentas y hasta casi blancas, que por una visita muy rápida, o quizá vistas desde lejos, pudo creer que eran materiales albenses. Este importante error se repite en la Explicación del Mapa Geológico de Ma-

llada, indudablemente por datos tomados de Lazarret y no por observación propia; en efecto, Mallada, refiriéndose a esta Sierra cretácica, dice «el cretácico superior, entre Cuevas y Mecerreyes, queda comprendido entre dos bandas de areniscas infrecréticas», y reproduce el corte de Lazarret, sin modificación.

Lo mismo hemos de decir de la falla paralela a la carretera de Burgos-Soria, que pone en contacto anormal el albense con el turonense al Suroeste de Mazariegos, donde, en realidad, el cenomanense fosilífero descansa concordante sobre el albense, como sucede en toda la Sierra a lo largo de la citada carretera.

Finalmente, a una gran masa de pudingas, con grandes cantos calizos, muy fuertemente cementadas, que forman potentísimos bancos en la garganta de Ura, entre Castroceniza, Retuerta, Covarrubias, Puente-dura y Mecerreyes, la atribuye edad diluvial siendo, indiscutiblemente, su verdadera edad terciaria, post-eocénica y pretortonense, como después demostraré. Mallada, probablemente sin más datos de observación que los de Larrazet, incurre en este importante error, no sólo en la Explicación del Mapa Geológico, sino también en el mapa a escala 1:400000, error que sigue en él a escala 1:1000000; sobre este diluvial, se lee en la Explicación del Mapa Geológico de España lo siguiente: «Los cantos son, en gran parte, calizos y cuarzosos y alcanzan en algunos sitios grandes dimensiones, midiendo mucho espesor al SE. de Mecerreyes y en las inmediaciones de Cascajares y Covarrubias, donde se sobreponen al infrecrético. En el valle del Mataviejas, cerca de la confluencia con el Arlanza, es donde con mayor desarrollo se encuentran las acumulaciones de cantos rodados del cretácico, principalmente al Sur de Castroceniza.»

Los elementos geográficos del terreno que corresponden a esta Hoja son: la Sierra, los páramos y las laderas y valles. Ocupa la primera los lugares en que afloran las formaciones mesozoicas y el terciario inferior; los segundos, los correspondientes a formaciones miocénicas y cuaternarios.

La Sierra es un anticlinal que, a modo de punta o espolón, prolonga la gran mancha jurásico-cretácica que se desarrolla al Sur de la Sierra de la Demanda, por la provincia de Burgos y parte occidental de la de Soria y que termina en su borde Sur y Oeste, soterrándose bajo los sedimentos del mioceno superior. Forma esta Sierra una alineación montañosa muy áspera, aunque de poca altura, que se suele conocer en el país con el nombre de Sierra de Covarrubias; su altura y escabrosidad aumenta hacia el Este y va disminuyendo suavemente hacia el Oeste y Norte. Las mayores alturas se encuentran en ella y es la parte más agreste de la Hoja, principalmente al Sur de Mazariegos, Cuevas de San Clemente y en la zona de Castroceniza y Ura. Esta Sierra es una larga banda anticlinal, cuya altitud máxima en la Hoja es de 1.241 metros en las Mambres, constituida por un núcleo jurásico, bajociense, muy fosilífero, ro-

deado por albense, cubierto por cenomanense, calco-margoso y terminado por sierras y crestas calizas del turonense y senonense, que son los pisos de mayor potencia. Esta formación es también bastante fosilífera, sobre todo la cenomanense, en la que hemos recogido muchos fósiles y en la senonense hemos encontrado una interesante microfauna, en la que figuran periloculinas, meandropsinas y lacazinas, foraminíferos que no se habían citado de esta zona.

El resto de la Hoja corresponde al terciario. En él cabe distinguir dos formaciones o series: la pretortonense, que podemos llamar terciario inferior, y la del mioceno superior. La primera forma, a veces, zonas montañosas con cerros muy altos, de fuertes escarpas y cornisas de frentes verticales, como en Castroceniza, Ura y entre Fuentedura y Covarrubias y Retuerta, constituidas por pudingas de gruesos cantos calizos, fuertemente cementados por cementos margoso-calizo, que originan formas caprichosas, esbeltas, de tipo Montserratino.

Esta formación consta de dos térmicos: uno brechoide, verdaderas brechas calizas, y otro de pudingas. Encima del senonense superior y concordante con él se ve en el borde meridional de la Sierra una capa de brechas calizas con cemento arcilloso calcáreo rojo. No he encontrado en ellas ningún fósil, pero, por analogía con las que se encuentran en la Hoja de Cilleruelo de Abajo y por su concordancia con el senonense superior, se las puede asignar edad eocénica. Sobre estas brechas, en unos puntos y sobre las calizas con *Idalina Periloculina* y *Cuneolina* del senonense superior, francamente discordantes con ellas, descansan capas de variable potencia, generalmente grande, de pudingas calizas que parecen haber fosilizado una superficie de erosión postpirenaica, los cuales son, por lo tanto, posteriores al oligoceno medio y como están inclinados, anteriores al tortoniense horizontal de la región, por lo que les asignamos edad aquitaniense, aunque también pudieran ser burdigalenses.

El mioceno superior, completamente horizontal, consta de los tres términos clásicos, una facies detrítica inferior tortoniense, una serie margosa, con calizas interpuestas del sarmatiense, sobre las que descansan en grandes extensiones, a partir de los 900 metros de altitud, capas de pudingas silíceas que se deshacen en guijates extensos, que parecen representar al mismo nivel a las calizas pontienses que se desarrollan más al Oeste de la Hoja.

Como novedades importantes, además de las rectificaciones dichas y la de que el jurásico representado en la Hoja no es el Calloviense, como dice Larrazet y Aepite Mallada, sino el Bajociense, determinado por una numerosa lista de fósiles, muchos de ellos encontrados por primera vez, está la cita del nivel de brechas eocénicas no vistas por Larrazet, el descubrimiento de la microfauna de foraminíferos en Ura, tampoco citada antes, y la fijación del nivel pontiense de pudingas silíceas y guijos.

Madrid, 9 de diciembre de 1951.

M. SAN MIGUEL

Nota informativa de la Hoja de Trujillo

De gran sencillez geológica es la Hoja de Trujillo núm. 705, pues el terreno representa un campo extraordinariamente arrasado, formado casi

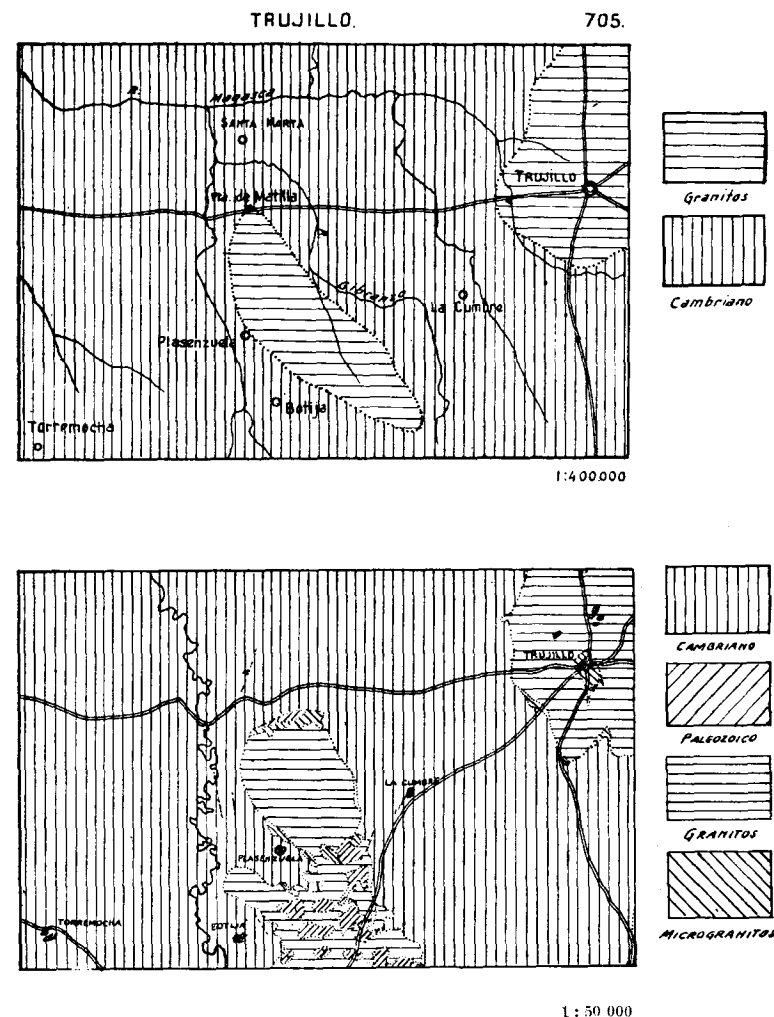


Fig. 1.—Esquema de la Hoja de Trujillo, a escala 1:400.000 y tal como queda levantada a 1:50.000.

exclusivamente por la potente y monótona masa de pizarras Cambrianas del postdamiense, intensamente repl. gadas en régimen isoclinal, fo. mación

que ha sido posteriormente afectada por intrusiones graníticas, que en general metaforizaron intensamente este conjunto Cambriano pizarroso.

El proceso de metaforización en estos parajes y especialmente al S. y SE. de la Hoja es muy diferente, pues no se trata ya de un metamorfismo de contacto, sino de verdadera migmatización, pues se pasa sin tránsito sensible, de las pizarras cambrianas, ya muy metamorizadas a verdaderas migmatitas y finalmente a rocas graníticas, siendo por ello difícil individualizar los conjuntos sedimentarios de los verdaderos macizos cristalinos.

El cambriano, como se ha indicado, ofrece en general un régimen isoclinal sumamente apretado y monótono, acumulándose la formación en la zona occidental de la Hoja y hacia el N. y ofreciendo vergencia hacia el E., pero con tendencia a apoyarse siempre sobre la gran mancha de granitos que queda a levante de Plasenzuela, que se denomina Sierra Runé. Lo mismo sucede con el manchón de Trujillo, sobre el cual también tienen las pizarras tendencia a apoyarse, si bien su disposición sea casi siempre sensiblemente vertical.

La masa granítica, dentro de un tipo bastante homogéneo, es preponderantemente de grano gordo, de mica negra, existiendo también tipos porfiroides. Como es corriente, tanto el manchón de Plasenzuela, como el de Trujillo, están rodeados por masas graníticas micrograndes sumamente típicas al N. de Sierra Runé, o manchón granítico de Plasenzuela, donde en los alrededores de la Venta de la Matilla las masas micrograndes y los diques de aplitos son frecuentes.

Existen también importantes diques de cuarzo que han atravesado a las pizarras, y que se destacan en el terreno con gran claridad; entre ellos debe citarse el que da origen al Guijorro de Botija, que se relaciona sin duda con el campo de filones de las minas de Plasenzuela y con la mina «Serafina», situada cerca y al N. de la Venta de la Matilla.

Es también sencilla la topografía de estos campos, pues domina la llanura, siendo resultado de un intenso arrasamiento; cabe en ella distinguir diferentes niveles de penillanuras sucesivas. Así, la fundamental ocupa las zonas occidentales situadas al N. de Torremocha y alcanza y sobrepasa la carretera de Trujillo a Cáceres, donde la altitud muy uniforme se mantiene siempre próxima a los 450 m. Esta misma superficie es la que se extiende, salvado el río Tamuja y Sierra Runé, en los alrededores del pueblo de La Cumbre, donde se alcanzan altitudes de 480 m.

Sobre tal penillana que afecta casi exclusivamente en estas zonas al campo pizarroso, destaca otra algo más elevada, fraguada sobre granitos y que tiene altitud siempre superior a los 500 m. Se extiende por las zonas bajas de los alrededores de Trujillo y sobre ella emergen algunos puntos más altos, restos quizá de niveles más viejos y que alcanzan los 600 m., en el cerro donde se asienta el Castillo de Trujillo.

La red fluvial sumamente evolucionada, se ha encajado en la antigua penillanura, siendo estos valles, y especialmente el del Tamuja los que dan el fundamental relieve local a la Hoja.

En la zona de contacto occidental del manchón granítico de Plasenzuela, existen filones de cuarzo que están metalizados fundamentalmente con blendas ferríferas, las cuales han sido objeto de intensas explotaciones desde tiempos romanos, pues acompaña a tal especie mineral la plata.

Posteriormente y ya en tiempos recientes, a finales del pasado siglo y principios de éste, y con ocasión también de la primera Guerra Mundial, estos filones volvieron a explotarse con éxito. Lo mismo sucedió con la mina «Serafina», situada más hacia el N., cerca de la Venta de la Matilla. En líneas generales, la distribución de las manchas de granito es semejante a la dada en el mapa geológico a escala 1 : 400.000; pero ahora se han fijado mejor, y en especial las relaciones que tales rocas tienen, con las rocas metamorizadas, resultando de ello una más exacta distribución de los mismos, de los cuales se ha hecho un estudio detallado, de carácter petrográfico (fig. 1).

Esta Hoja representa, pues, alzócalo cristalino sobre el cual descansa la base del paleozoico, representado aquí por el postdamiense pizarroso que, metamorizado y migmatizado, se extiende a veces muy superficialmente sobre los granitos, conjunto que ha sido intensamente arrasado por largos ciclos de erosión.

ISMAEL ROSO DE LUNA y F. HERNÁNDEZ-PACHECO

Notas bibliográficas

GEOGRAFIA FISICA

ALIMEN (H.): *Actions périglaciaires et sols sur le versant nord pyrénéen en Bigorre.*—«Rev. Geograph. des Pyrénées et du Sud-Orient.», t. XXII, 2-3. Paris-Toulouse, 1951.

La generalidad de los aluviones existentes en el Pirineo son fluvio glaciares; tal es lo que sucede con los del valle de Gave de Pau, los cuales decrecen y terminan por quedar reducidos a depósitos localizados a lo largo de cinco valles que irradian a partir de Lourdes.

Los suelos que se superponen a tal formación, y en particular los superiores, son «suelos rojos» en hipótesis Mindel—Riss—. La fase de fusión corresponde a la labor de grandes cantidades de agua, pero ninguna señal de frío se descubre en estos ciclos aluviales.

Así, pues, el paso de la gran glaciación primitiva a la ya encajada corresponde a una fase cálida, apareciendo nuevamente un período frío al finalizar el ciclo del valle de Ousse, que se continúa posteriormente, pero ningún indicio de período cálido intermedio se ha descubierto hasta el presente, siendo posible que tales depósitos rojos sean de épocas diferentes a un mismo período glacial.—H.-P.

GEOLOGIA

CABANÁS (R.): *Bosquejo geológico-geográfico del Utaien. Datos para la Geografía física de Marruecos.*—«Africa», núm. 116. Madrid, 1951.

Comienza el autor haciendo destacar los fuertes contrastes que se presentan en nuestra zona de Marruecos, pese a su no grandes dimensiones, lo que puede llegar a determinar verdaderas comarcas naturales en tal región.

Una de ellas es la de Utaien, situada en la zona occidental del Garb y vuelta de espalda al Mediterráneo, del que la separa las crestas calizas del Rif. Es el Lucus la que la ha formado fundamentalmente con sus aportes que rellenaron al estuario plioceno, siendo tales materiales arcillo-

margosos. Así se constituyó el tirz, que en el valle del Lucus da origen a sus famosas y ricas tierras negras. Es el Utauien un verdadero plano inclinado de forma de triángulo rectángulo, cuyos catetos dan origen a la costa y a la frontera con el Marrueco francés, elevándose poco a poco hasta las alturas del Yebala.

La costa es acantilada, apreciándose en ella un levantamiento de unos 20 metros, donde comienza la formación terciario-cuaternaria, caracterizada por depósitos fundamentalmente detríticos.

En la llanura destacan las terrazas fluviales muy típicas y extensas en el valle del Lucus, niveles que alcanzan hasta la gran rasa cascajosa del Plioceno.

En algunas zonas, la llanura arenosa, la falta de arbolado y el verano seco y ardoroso, ofrecen visión típica del desierto.

Se estudian los rasgos climatológicos, que son los que fundamentalmente dan el ambiente al país. Este está recorrido por un conjunto de vallecillos epigénicos más o menos paralelos que disecan el país, dando así origen a formas maduras de erosión rebajadas, como ocurre hacia el Yumáa y Totba, topografía determinada por sus leves plegamientos orientados en general de N.-NW. a S.-SE.

Más abajo, la falta de relieve hace que el río Lucus entre en la zona de meandros divagantes, hasta alcanzar el Atlántico en un pequeño estuario residual, hoy casi calmado. En las márgenes, amplias zonas de inundación con lagunas, hablan de la simetría evolutiva de este llanura.

Se analizan también las características florísticas del país, reflejo fiel del clima atlántico.—H.-P.

MONTORIOL PONS (J.): *Estudio geoespeloógico del Forat de les Gralles*. (Bellever de Cerdaña Lérida).—«Speleón», t. II, núms. 2-3. Universidad de Oviedo. Oviedo, 1951.

La sima que se estudia en este trabajo, denominada Forat de les Gralles, está situada a 1.490 metros de altitud y a unos 30 metros sobre el cauce del torrente Garravet y en la margen derecha. Los terrenos que rodean a esta sima son el devoniano y el carbonífero, que se ponen en contacto mediante accidentes mecánicos.

Dos pozos, continuación el uno del otro de 27 y 18 metros y un plano inclinado que alcanzan hasta los 54 metros de hondura, forman tal abismo.

La génesis de esta cavidad ha sido, según el autor, la siguiente. El torrente de Garravet constituye un cauce a lo largo de una falla y siguiendo las aguas tal plano penetran en la zona caliza, dando origen a la sima. El torrente se desplaza hacia el SW., quedando la entrada del torrente separada del cauce unos 30 metros. Así finaliza el periodo de erosión. A continuación se inicia el proceso estalagmítico, seguido de fenó-

menos de descalcificación y clásticos con remoción de bloques. No está esta sima en relación cárstica con la caverna denominada Fou de Bor.—H.-P.

FONTBOTE (J. M.): *Nuevos datos geológicos sobre la cuenca alta del Ter*.—«An. Inst. Est. Gerundense». Pat. «José M.ª. Quadrado». Año 1949.

Se estudia en detalle los materiales y sus variaciones en la zona axial pirenaica correspondiente a la alta cuenca del Ter, describiéndose el conjunto de gneis y migmatitas y otros muchos materiales metamorfizados, así como las rocas cristalinas, en relación con ellas, haciendo destacar la relación de las rocas no metamórficas respecto a la estratificación, materiales que pasan gradualmente a otros no metamorfizados y correspondientes al Paleozoico inferior.

La zona paleozoica no afectada por el metamorfismo, está integrada por dos conjuntos, el inferior concordante con la serie metamórfica y representa al Ordoviciense superior, Gotlándico, Devónico y Carbonífero inferior. La superior alcanza al Estefaniense y al Permo Triás, que forma la base del conjunto prepirenaico-alpino. La discordancia del conjunto Estefaniense y Permo-Triásico es francamente discordante con los terrenos paleozoicos más antiguos.

Se dan en detalles datos de interés paleogeográficos y tectónicos, tanto en relación a las zonas o áreas de sedimentación, como con la estructura, caracterizándose el área estudiada por la superposición de un conjunto de tipo germánico de edad alpídica a otro plegado variscico. En general, pueden deslindarse los accidentes de ambas estructuras.

Es variada la disposición del conjunto variscico, pues al N. del Collado de Tosas, Ribes, Collado Verda y Camprodón, los pliegues dominantes son los de gran radio, con vergencia meridional. Al S., por el contrario, los plegamientos son más movidos y complejos, destacándose una tectónica diferencial al W. del Freser en un despliegue generalizado al Gotlándico. En la unidad superior devónico-carbonífera, domina la disposición imbricada con vergencia al S. o SW., con corrimiento a veces.

En la unidad inferior el conjunto silúrico se ofrece en apretadísimos pliegues isoclinales imbricados también, vergiendo al S. y SW. La estructura alpídica tiene estilo germánico aislando doveles muy variablemente desniveladas con superficie de deslizamiento a veces próximas a la vertical. Las rocas migmatíticas son anteriores unas y posteriores otras al plegamiento variscico principal, siendo las primeras del tipo de filoniano, otras de tipo andésico-básico. Las post-tectónicas son variadas, porfido-graníticas, granitos y granodioritas, especialmente en el Valle del Rigart. Existen también riolitas y dacitas interestratificadas en el Estefaniense y Permo-Triás básicas y otras.

Hay minerales hidrotermales, galena, mispíquel, casiterita, estibina, que

se presentan relacionados con los pórfidos graníticos y las rocas granodioríticas.—H.-P.

HERNÁNDEZ SAMPELAYO (P.): *Geología de la Cuenca del Vaso de Articuza*. «Munibe», núm. 1. «Bol. Real Soc. Vascongada Amigos del País». San Sebastián.

Se trata de la disposición ya conocida de los terrenos que desde la cumbre de Ecaitza a la Rhune, alcanza hasta la desembocadura de la red fluvial de esta zona que comprende el paleozoico inferior de la línea Goizueta, Aranaz, Echalar y carboníferos de Lesaca-Alzate, etc., los triásicos de Urdax, Alcibar, San Marcial, Jurásico de Irún-Nivelle, cretáceo inferior de Hernani, hacia la anticlinal de Azpeitia, cretáceo superior, Darnés Flysch, numulítico y complejo de areniscas de Higuier y Jaizquibel, neógenas.

Se hacen algunas deducciones tectónicas en esta estructura típica varisica y alpina ya muy bien descrita, que se caracteriza morfológicamente por un arrasamiento alpino. La tectónica alpina se inicia desde el Paleogeno y con intensidad grande en el Oligoceno, admitiéndose dos paroxismos ascensionales, uno hacia el Pérmico y otro probablemente en el Oligoceno, acusados por intenso metamorfismo.—H.-P.

HURÉ (P.): *Quelques grands traits de l'histoire géologique des Montes Pyrénéis*.

Se estudia la alta zona de los Pirineos de Bigorre, zona de culminación de la antigua cordillera, localizándose en su vertiente N. al cono detrítico plioceno de Lannemesan, en parte de origen fluvio glacial. En esta zona del Pirineo se ha calculado la erosión en unos 3.000 metros (V. Vatan), pudiendo admitirse para la zona axial de la cordillera unos 6.000 metros en el Eoceno como mínimo.

La potencia del secundario se evalúa en 250-3.000 metros, comprendiendo la totalidad al Cretáceo, habiendo desaparecido casi el Permo-Triás y el Jurásico.

A continuación se dan procesos tectónicos de teralización de las masas graníticas y migmáticas del Cretáceo inferior y de la orogenia terciaria.—H.-P.

CABANÁS (Rafael): *Contribución al estudio del terrazamiento cuaternario en los ríos de la cuenca del Lucus*.—«Bol. Soc. Cien. Hispano Marroquí de Alcazarquivir», núm. 2. Tetuán, 1951.

Se estudia en este trabajo el complejo de las terrazas cuaternarias de la cuenca del Lucus, que ya en parte eran conocidas en la rama princi-

pal, estudiándose ahora estas secundarias con detalle y añadiéndose los datos de las que caracterizan a sus afluentes, especialmente del Mehacén, Uarur, Azla, Bucruch y Menzora, dándose la altitud de los niveles fundamentales e indicándose la presencia de restos de otras, así como del nivel superior o rasa pliocena.

Se analiza el carácter formativo y la extensión y configuración de estos niveles, que dan a veces especiales rasgos al paisaje.

Al final se hace mención a actividades de riego en determinados niveles y se tienen en cuenta algunos hallazgos de restos de cultura prehistórica y más modernos.

También se tienen en cuenta los cambios sufridos por el curso del río.—H.-P.

TERÁN (M. de): *Ribamontan al Mar*.—«Estudios Geográficos», año XII, núm. 42. Madrid, 1951.

Se estudia en este trabajo una zona litoral, verdadera comarca geográfica natural, denominada Ribamontan al Mar, que gozó ya antiguamente de destacada personalidad.

Delimitada la comarca se describe sus características de suave relieve, casi llanura, con altitud de unos 20 metros, elevándose algo hacia el N., donde llega a alcanzar los 72 metros, quedando cortada por altos acantilados. Tal zona vierte con cierta indecisión. Toda la comarca está formada por el Cretáceo inferior calizo de gran monotonía.

Es aceptada con reserva el origen, por erosión continental, de esta llanada litoral, pero se admite la labor de una red fluvial que avanza por tal superficie dándole especial carácter y que está en relación con movimientos relativamente recientes acaecidos en el litoral; a consecuencia de ellos se constituyen las rías. La sumersión así efectuada queda demostrada por la bahía de Santander y el valle del río Cubas.

Se estudian las formas especiales de esta zona litoral, con la restinga que cierra la bahía de Santander, dándola especial carácter.

Se analiza el clima y la vegetación detenida y documentadamente, dándonos así el paisaje de tal comarca con maizales, praderas y masas más o menos dispersas de arbolado.

Se estudia la evolución económica y su influjo en el crecimiento de la población, dándose también datos estadísticos agropecuarios de interés, que hacen ver cuál sea el género de vida que caracteriza a estas comarcas.—H.-P.

HERNÁNDEZ PACHECO (F.): *Síntesis Geomorfológica del país Vasco, en los límites de Guipúzcoa y Navarra*.—«Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XLVIII, núm. 1. Sección Geológica. Madrid, 1950.

Fundándose especialmente en el trabajo geológico del Sr. Lamare,

y en otros que tratan de tal país, se hace una síntesis del país por su región de gran interés y de gran complejidad fisiográfica y geológica

Una buena historia de los trabajos geológicos de Guipúzcoa, que son muchos e interesantes, fija el estado actual de nuestro conocimiento del país y de lo que es y representa en el conjunto Peninsular.

Se indican las unidades estructurales del Pirineo, así como las estructurales y morfológicas de Guipúzcoa y Navarra en las zonas de contacto de la alineación de Jaizquibel y el Corredor exterior, el borde secundario de las Peñas de Haya, la alineación Santa Bárbara-Burunza, con su escama de cabalgamiento y el Corredor interno, las penillanas paleozoicas, haciéndose destacar la labor epigénica en ellos efectuada por la red fluvial, la depresión intermedia y la banda divisoria Cantabro-Mediterránea, y el macizo de Quinto Real.

Se indica cómo todo esto, y en particular las unidades estructurales, pueden pasar a la zona occidental de Guipúzcoa salvado el Oria.

A continuación se sintetiza lo dicho por Lamare a este respecto y se estudia la dinámica o génesis de las diferentes unidades morfoestructurales. Un resumen pone fin al trabajo que facilita la comprensión de lo que es y significa en la geología peninsular, esta depresión vasca entre Pirineos y Cantabria.—H.-P.

HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): *Rasgos fisiográficos y geológicos de La Vera, del tramo medio del Valle del Tietar y del Campo Arañuelo*.—«Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XL, VIII, núm. 3. Madrid, 1950.

En este trabajo se sitúa la llanura del Campo Arañuelo y se determinan las comarcas que la rodean, haciéndose de ellas una descripción general y más detenida de La Vera, Valle del Tietar y de la vertiente meridional de Gredos.

Se analizan en esta última zona las características topográficas y de la red fluvial relacionándolas con el replano de La Vera. A continuación se estudia con cierto detenimiento La Vera, en sus rasgos fisiográficos y geológicos, dándose el carácter y tipo de sus formaciones terciarias y haciendo destacar la presencia en esta depresión erosivo-tectónica la presencia del oligoceno.

La evolución geomorfológica se analiza con detenimiento, fundamentándola en el accidente principal de fractura de la vertiente meridional de Gredos, dándose en relación con él, el carácter tectónico de todo este país, cuyo rasgo fundamental es el de estar constituido por un conjunto de bloques que han jugado a lo largo del Terciario, con cierta independencia.—H.-P.

FERNÁNDEZ BOLLO (M.): *Datos Geológicos obtenidos en un sondeo en Chamartín de la Rosa*.—«Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XL, VIII, núm. 1. Madrid, 1950.

Mediante este sondeo de unos 100 m. se ha podido reconocer el subsuelo de estas zonas, situadas cerca y al N. de Madrid

Como posible interpretación del sondeo puede admitirse que el borde de la zona de sedimentos pliocenos debidos a arrastres turbulentos procedente del Guadarrama se aproxima progresivamente hacia Chamartín.—H.-P.

ALÍA MEDINA (M.): *Datos geomorfológicos de la Guinea Continental Española*.—«Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. VIII, núm. 3, Sección Geológica. Madrid, 1950.

Se analizan los rasgos geológicos fundamentales de estas tierras, caracterizada en realidad por una gran plataforma cristalina rebajada y muy evolucionada, limitada al W. por un borde cristalofílico.

Sobre él y transgresivamente se ha depositado un secundario, fundamentalmente cretáceo y un Terciario inferior, afectados ambos por la tectónica reciente.

Se analizan las características fundamentales de la tectónica, dada por una red de grandes fracturas norteadas, a las que corta otra oblicua orientada de NE. a SW. A ellas se amoldarían los accidentes fundamentales hidrográficos, disección de las grandes zonas y establecimientos de los estuarios en el borde litoral.

A continuación se estudian las acciones erosivas bajo el clima ecuatorial, tratando de fijar la evolución de un perfil de escarpe en ambiente cálido-húmedo.

También se analiza la erosión fluvial y el perfil longitudinal de los ríos, cuyo escalonamiento está determinado por las especiales condiciones de erosión en este clima que origina resaltes en los parajes de contacto con materiales litológicos de diferente dureza y coherencia. Se hace una síntesis de la evolución morfológica, haciendo destacar cómo es el clima, el que da el carácter del escarpe a estos países africanos, aun partiendo de un penillana, cómo está fundada la hipótesis del Prof Alía; escarpes que quedan fijados más o menos, por la presencia de fallas.

Así se llega a dar los rasgos meteorológicos fundamentales de este país, estableciéndose un conjunto de plataformas, especialmente en la zona que pudiéramos denominar cuenca del Benito.

En este trabajo se hace también una descripción de algunos suelos típicos de estas tierras, en el dominio interior y en la plataforma costera.—H.-P.

GARRIGA PUJOL (J.) y TARRADELL (M.): *Observaciones sobre el pleistoceno de Marruecos*.—«Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XLVIII, núm. 2. Sección Geológica. Madrid, 1950.

En el litoral del Estrecho, en la región de Ceuta y desde Punta Leona hasta la playa del Tarajal, se ha determinado la presencia de cuatro terrazas litorales que han modelado las abruptas estratificaciones del Yebel Musa y Yebel Xindel.

Se destacan en relación con ellas, depósitos coluviales en las vaguadas y allí donde el relieve y la erosión ha hecho posible su conservación.

Estos niveles son los siguientes: a) 90-100 metros, muy típico en los replanos, donde se asienta el poblado de Dar Beliunes y el barrio del Príncipe. b) 50-65 metros, que da origen a la extensa llanura de Kaxarín y las barriadas de Hadú y Morro. c) 25-30 metros, bien visible al N. de la llamada de Kaxarín, al S. de la Punilla, Benítez y otros parajes. d) 12-15 metros, que se aprecia bien en la fábrica de salazones, al N. de Dar Beliunes, etc.

Corresponden estos niveles, con los existentes en la zona de Tetuán, en el valle del río Martín, pudiendo aceptarse la cronología expuesta por él antes, en un cuadro, dotando al nivel a) como Siciliense; al b) del Milaciense; al c) del Tirenense, y, finalmente, al d) como Grimaldiense.

Se han recogido en algunas zonas de estos niveles pedernales labrados, que el autor clasifica en un completo cuadro.—H.-P.

DRESCH (J.): *De la Sierra Nevada au Grand Atlas. Formes glaciaires et formes de nivations. Tours.*

Cuando H. Obermaier, en 1916, estudió el glaciario de Sierra Nevada, hipotéticamente supuso debiera existir igualmente en el Grand Atlas, topografía glaciario cuaternaria, lo que fué comprobado posteriormente, 1922-1924, por Célerier y Chartón y por Martonne.

Pero estas formas glaciares de la Cordillera Nord Africana, ofrecen un tipo especial semejante en cierto modo al glaciario de Sierra Nevada. Así, pues, desde los Alpes a través de la Península, saltando de los Pirineos a las Sierras Centrales y de éstas a Sierra Nevada, para alcanzar el Atlas, se ve cómo el glaciario de las altas cordilleras de países templados, evoluciona hacia un glaciario y sus fenómenos de nivación, especiales y característicos del Atlas.

Se estudian resumidamente las formas del glaciario de Sierra Nevada, describiéndose sus peculiaridades, con glaciares de circo colgados de lenguas restringidas, que pese a su acción erosiva no hicieron desaparecer el carácter fundamental del relieve de este gran macizo español, que no tiene sino fugazmente aspecto de «Alta Montaña» pese a la gran altitud de sus cumbres.

Se analizan las formas de erosión glaciares del Gran Atlas, dando el carácter fundamental de la zona de cumbres de esta gran cordillera, que tiene aspecto especial, diferente de la de Sierra Nevada y de las cumbres pirenaicas.

No existen en el Atlas nieves permanentes, pero sí permanecen en las cumbres hasta bien avanzado el verano. Destacan patentemente los grandes nichos de nivación con contornos embotados a partir de los 3.000 metros. La erosión típicamente glaciario comienza a los 3.700 metros, siendo la forma esencial la de circo (macizos del Uzellar y del Uanokrim) suspendidos sobre hondos valles muy recientes, separados por crestas a veces con agujas. Los circos son frecuentes, los valles en V raros y sólo típicos en los macizos que sobrepasan los 4.000 metros (Tubkal y Uanokrim) en el alto valle de Rherharia. Tales formas son frecuentes en las vertientes N. y NE., donde la topografía favorece la nivación.

Hay que destacar que las morrenas han desaparecido, estando toda la topografía glaciario, hoy en parte, rellena por masas enormes de derrubios. No existen superficies pulimentadas y valles con lagos glaciares. El autor se detiene en el estudio de las formas de nivación, que son, sin duda, las que han dado el carácter fundamental a la zona de cumbres del Atlas.

Aquí son las grandes corridas de piedra y las glaciares rocosas que, con frecuencia, adquieren dimensiones colosales, las que dan el carácter a la montaña, con sus masas arcillo rocosas, caóticas, con cantos a veces enormes, siendo sus formas muy variadas. Como tipo puede citarse la Morrena de Aremd, estudiada por Martonne. Masas colosales de derrubios se extienden y cubren los flancos de las grandes alturas. En realidad no se trata de verdaderas morrenas, pues ocupan zonas inferiores a los nichos y a los valles en V. Todas estas masas de la vertiente N. están localizadas a lo largo de un gran accidente tectónico que pone en contacto pizarras cambrianas verticales contra micacitas.

Lo mismo sucede en la vertiente S., donde los glaciares de roca se establecen en una gran flexión. Así, la barrera de Hui queda en el contacto del granito de Tifnat y los andesitas verticales de la cumbre de Hui de característico aspecto.

Estos glaciares de roca corresponden a un maximum glaciario.

Las formas de nivación actual son visibles a partir de los 2.400 metros, dando origen a focos muy especiales y en particular en los más altos macizos.

Son estos focos y los acúmulos de los glaciares de rocas, lo que da carácter a esta gran cordillera, cuyos glaciares no efectuaron una gran erosión.—H.-P.

CRUSAFONT PAIRÓ (M.): *La cuestión del llamado Meótico español.*—«Sep. de Arrahona», 1-2. Sabadell, 1950.

Hace destacar el autor que desde 1947, y en unión de Villalta, señaló dentro del conjunto del Mioceno continental del Vallé Panadés, un nivel intermedio entre el Vindoboniense terminal o Tortoniense y el llamado Pontiense. La ampliación de esta noticia es a lo que se refiere este trabajo. Para ello se fija qué es lo que se entiende por Pontiense, nivel representado en Pikermi, en Grecia y caracterizado como nivel «con capas de Hipparion», pero debido a que esta especie fósil venida del E no es absolutamente exclusiva del Pontiense, tal caracterización no es exacta, pues indica, como resumen en esta cuestión, Crusafont que «existen en Europa varias especies escalonadas de «Hipparion» correspondientes a distintos biócoros estratigráficos; una de ellas, arcaica, caracterizando niveles inferiores a los de Pikermi, es el *H. catalaunicum* Pirlot; las especies *H. mediterraneum* Hensel, *H. gracile* Kaup y *H. rocinantis* H.-Pacheco, típica del Pontiense pikermiano, y el *H. crusafonti* Villalta, del Villafranchiense».

Se analiza detenidamente el Mioceno apreciándose en él dos horizontes característicos que representan dos momentos paleobiológicos muy diferentes en relación con su paleontología, pues hacia la base la formación caracteriza un ambiente de humedad y alta temperatura en un país de bosques, lagos y pantanos, mientras que en la zona alta la sequedad es mayor, más baja la temperatura y progresiva la deforestación. En el mioceno inferior no hay *Hipparion*; el superior está caracterizado por el *H. mediterraneum*.

Entre ambos horizontes, y con una potencia de 400 metros, existe un conjunto litológico con fauna que pudiera decirse que es de tránsito, en la que aparece por inmigración de oriente el *H. catalaunicum*, arcaico en relación con el *H. mediterraneum-gracile*, al que acompaña el *Palaeotrogus*, aún a las formas del Sarmatiense y procedente también del E., de lo que hoy son zonas rusas; existen también formas de Insectívoros, como el *Talpa*, y otros que conservan condiciones faunísticas Vindobonienses, pero con tendencia a una regresión. Así, pues, el Pontiense comienza con una fauna especial, y precisamente este conjunto es el que representa al Meótico y que puede denominarse *Valierense*, con *Hipparion* arcaico, y donde aparecen Giráfidos, escasean los Suidos y Cérvidos, con algunos Antilópodos, estando representados formas típicas, especialmente Carnívoros e Insectívoros, que vivían en un país relativamente húmedo, cálido y boscoso.

Encima estaría el típico Pontiense, que podría llamarse *Pikermiense*. según el autor, con *H. Mediterraneum* Hensel y con abundancia de Giráfidos y escasos Suidos y Cérvidos, con ambiente seco y paisaje de sabana.—H.-P.

MELÉNDEZ (B.): *Nota previa sobre los terrenos pérmicos de Colunga y Caravia (Asturias).*—«Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XLVIII, núm. 2. Madrid, 1950.

Se ocupa el autor de la delimitación del pérmico en Asturias, cuestión ésta que ofrece hasta ahora cierta dificultad.

Los resultados que se ofrecen en el trabajo se deducen de la labor hecha en el campo a partir de 1944, en la zona comprendida al N. del Macizo de Sueve, en extensión de unos 15 kilómetros paralelamente a la costa.

Se dan a continuación algunos datos históricos a partir de los tiempos de Schulz (1858), que ya trabajó en estas zonas, que pese a su antigüedad son de verdadera actualidad, coincidiendo con el modo de ver del Sr. Meléndez, pues ya entonces se vieron determinados horizontes de arenas cuarcitosas y pudingas, que se supuso pudieran corresponder al pérmico, indicando el autor en relación con esto, que «meditando los escritos del gran Schulz, y comparando sus observaciones con las nuestras propias, no podemos por menos de asombrarnos de su exactitud, y nos parece de máxima actualidad el párrafo que aparece en la página 10, escrito casi hace un siglo», en el que ya Schulz brindaba a los que estudiasen la comarca sus dudas, y esperaba que con más estudios, se aclarase el enigma respecto a la edad de determinadas formaciones.

En tiempos relativamente recientes, Adaro (1913), aun negando la existencia del Pérmico, pero admite diferencias acentuadas en la composición litológica del Triás, donde existe intensa metamorfización en las zonas inferiores del conjunto; en 1920, Patac descubre en Puente Vergueres (Pola de Siero) una flora netamente pérmica con *Walchia piniformis*, *W. hypnoides*, *Callipteris conferta*, etc., en la zona alta de un variado conjunto que corresponde al Pérmico.

Finalmente, Patac, en 1932, estudiando el sondeo de Pinzales llegó a la conclusión de que la zona superior del supuesto Triás, debía corresponder al Pérmico superior.

El estudio de tal formación pérmica, hecho en la zona de Caravia, en Pie de Potro, en Colunga y La Riera, efectuado por Meléndez, ha dado por resultado la determinación de una potente formación pérmica; de litología muy variada que se esquematizó en un corte geológico de N a S. dado a lo largo de la carretera de Colunga a Libardón, pérmico comprendido entre el Hullero y el Liásico y separado por discordancias apreciables que hacen pueda admitirse fases orógenas ocurridas a lo largo del Pérmico superior.—H.-P.

CRUSAFONT PAIRÓ (M.): *El sistema miocénico en la depresión española del Vallés-Penedés.*—«Inter. Geol. Cong. R.p. Eighteenth Session». Great Britain, 1948. Part XI.

El Mioceno de la depresión del Vallés-Penedés da origen a una for-

mación completa. Contiene una importante fauna Burdigaliense rica en *Pecten* y en erizos de mar. El Helveciense está formado por dos fundamentales niveles que lo abarcan totalmente, y el Tortoniense, representado por las arcillas margosas azules, está muy bien definido. No existe en esta zona el Sarmatiense, y únicamente puede darse tal denominación para designar la facies terrestre total del Vindoboniense con *Cerithium pictum*, *Mastra podolica*, etc., pero hay importantes depósitos dentro del conjunto denominado Sarmatiense y en los niveles con *Hipparión*.

El Mioceno continental alcanza potencia próxima a los 1.200 metros en el Penedés y de unos 1.000 metros hacia el Vallés.

Este complejo se ofrece claro en tales zonas. El Vindoboniense inferior contiene en el Penedés fauna arcaica de mamíferos con *Pseudocyon sansaniensis*, *Listriodon lockarti*, etc. El Vindoboniense superior del Penedés encierra una típica fauna similar a la de Sansan, La Grive y Steinheim.

El Pontiense inferior o Meótico, pasa sin discontinuidad a los anteriores depósitos y contiene un *Hipparión* muy primitivo, asociándose a un Vindoboniense con nuevas formas genéricas de tal nivel.

El Pontiense superior se presenta en el Penedés con fauna típica de Pikermi. La compleja estratigrafía de las zonas orientales de Europa no puede ser aplicada en esta comarca del Vallés-Penedés, pues se ha dicho que en estas zonas no existen los niveles Sarmatienses. En el E. de Europa, el *Hipparión* está representado en el Besarabiense y Cheroniense, en el Meótico y en el verdadero Pontiense y siempre con asociaciones semejantes. Esto sucede en los niveles inferiores cercanos a Istanbul, y algunos autores han supuesto que ésta es la zona donde se ha situado el tronco de la fauna de *Hipparión* en aquel tiempo.

En la Península el primer *Hipparión* aparece asociado en forma transitoria, y por ello la fauna de *Hipparión* debe ser considerada como heterogénea.—H.P.

PLANCHUELO PORTALÉS (G.): *Aportación al conocimiento geológico del territorio de la Jara toledana*.—«Las Ciencias», año XV, núm. 4. Madrid, 1950.

Se estudia con detalle esta típica comarca geográfica natural, de la que se dan algunas ideas generales de sus rasgos fisiográficos, tectónicos y agrícolas, que hacen destacar su personalismo, resumiendo estos datos en un pequeño esquema en el que se destacan las tres Jaras, baja, alta y media, en la que se divide la comarca por el autor.

Se analiza a continuación el país mediante itinerarios describiendo las distintas formaciones, de las que se da su litología y distribución de las zonas, que quedan bastante modificadas, teniendo en cuenta los datos del mapa geológico oficial.

Se describen fundamentalmente las formaciones Cámbrica y Silúrica que están apoyadas sobre el batolito granítico, del que se dan nuevos afloramientos.

Es interesante el estudio que se hace de los materiales sedimentarios modernos, pues pasan al Plioceno los depósitos considerados como cuaternarios, armonizándose así las ideas modernas que se tienen referentes al terciario continental de estas zonas.

Se estudia la tectónica de esta comarca, dándose un corte general de la región de N. a S., que permite hacerse cargo de la relación que guardan entre sí las diferentes formaciones.—H.-P.

COLOM, G.: *Más allá de la Prehistoria. Una geología elemental de las Baleares*. «Colección Cauce». Misiones Pedagógicas. Instituto San José de Calasanz de Pedagogía (C. S. I. C.). Un vol. de 12,5 × 19,5 cm., 285 págs. con 67 figs. y varios cuadros. Madrid, 1950.

Comprende el libro que presentamos, una primera parte de vulgarización de los principios generales de la Geología Estratigráfica y Tectónica, y una segunda parte dedicada al estudio de las vicisitudes por las que han pasado las Islas Baleares en el transcurso del tiempo.

Hay un capítulo dedicado al estudio de las posibles relaciones existentes entre las Sierras Béticas y las Baleares, y otro a «Los Relieves actuales de las Baleares y su origen», que lleva por subtítulo: «Iniciación a la geología estructural del Archipiélago», en el que se pasa revista a la estructura geológica de cada una de las tres islas principales.

La parte dedicada a «Geología Histórica» comprende los siguientes capítulos: Reconstrucción de las principales series sedimentarias representadas en las Baleares.—Los terrenos primarios de Menorca.—Los terrenos secundarios de las Baleares.—La emersión del área balearica al final del Cretáceo Medio y formación de lignitos durante el Terciario (Eoceno superior y Oligoceno).—Las formaciones terciarias marinas en las tres islas y sus diversas clases de contracciones y plegamientos.—El mar vindoboniense (Mioceno) en las tres islas.— Los tiempos cuaternarios.— Las cuevas de Mallorca.—Las diversas interpretaciones geológicas de las Baleares desde La Mármora (1846 hasta nuestros días).

Debemos destacar la serie de esquemas paleogeográficos muy interesantes que en el número de 12 ilustran la obra, así como las reconstrucciones de la topografía y aspecto de las islas en el transcurso de los tiempos mesozoico-terciarios.

Contiene, además, numerosos mapas geológicos bastante detallados de cada una de las tres islas principales (Mallorca, Menorca, Ibiza), y cortes geológicos y estructurales, además de bloques diagramas que aclaran notablemente los conceptos tratados en el texto.

La parte paleontológica, tratada con especial detalle a lo largo de

todo el libro, está ilustrada con numerosísimos dibujos de fósiles característicos, todos ellos reproducción de ejemplares hallados en Baleares, lo cual constituye una buena base para que el aficionado pueda en una primera aproximación determinar los fósiles que incidentalmente pueda recoger en los ricos yacimientos de que tan pródigas son las Islas.

Completa el libro una importante bibliografía geológica y paleontológica de las Islas Baleares, que permite la investigación sobre cualquiera de los temas tratados y que da a la obra un valor documental y científico.—BERMUDO MELÉNDEZ.

HIDROLOGIA

FLORES (A.): *Hidrografía del Sáhara español*.—«Africa», núm. 115. Madrid, 1950.

Se hace una descripción general de las causas que más o menos típicas y señaladas, caracterizan a las tierras saharicas españolas. Con una descripción somera de cuál sea el tipo de estos vadís y de las características de ellas, longitud, tipo de desembocadura, denominándose, por orden, los más importantes, describiéndose a continuación los cauces fundamentales, de los que se dan datos de interés, tanto en relación con su origen, como del recorrido y características geográfico-paisajista.

Es un trabajo sintético de interés, y más disponiéndose de un mapa de estos ríos, donde todos ellos están localizados.

Es lástima que no se citen a otros investigadores, lo que valorizaría a este interesante trabajo sintético de la hidrografía saharica.—H.-P.

MONTORIOL PONS (J.): *Nueva sima en el macizo de Garraf*.—«Speleón», tomo II, núm. 1. Universidad de Oviedo. Oviedo, 1951.

Se describe en este trabajito una nueva sima en el macizo calizo del litoral catalán: No es importante este nuevo aparato, pues sólo alcanza los 20 metros de hondura, pero representa un abismo muy antiguo, probablemente del comienzo del Mioceno, que avenaba las aguas de un cauce hoy completamente desaparecido y correspondiente a la vallificación precuaternaria.—H.-P.

THOMAS CASAJUANA (José M.^a) y MONTORIOL PONS (J.): *La Cueva del Agua (Granada)*.—«Speleón», t. II, núm. 1. Universidad de Oviedo. Oviedo, 1951.

Esta interesante cueva estudiada en este trabajo, es de grandes dimensiones, con un desarrollo total de más de un kilómetro y medio, con cua-

tro sucesivas zonas que se encuentran a 88, 125, 151 y 215 metros de profundidad. Se ha desarrollado ampliamente la morfología clástica y litogenética, siendo curiosas las señales de erosión, lo que indica que es una caverna senil. El estudio morfológico ha permitido ver que se trata de un conducto adaptado a un pliegue falla con cavalgamiento que superpone las calizas del Dogger y las del Malm.

Está esta cueva en relación con un campo de dolinas que se han desarrollado debido al mismo fenómeno tectónico, accidentes que han desaparecido al ser capturados por la erosión ascendente del barranco Cañalarga y de su afluente el Colorado.

Las fases de desarrollo de esta caverna han sido: una primera fase de flujo múltiple, seguida de un proceso clástico gliptogenético de las cavidades occidentales y superiores orientales, continuando por la fase litogénica en las cavidades anteriores y de una primera fase clástica, en las cavidades inferiores orientales.

A continuación se produce una fase de descalcificación y de antiguos procesos reconstructivos que es proseguida por un segundo período litogénico en las cavidades occidentales y superiores occidentales.

Tal proceso puede ser dividido en cinco fases fundamentales y ésta en relación con la erosión acaecida en la superficie. El encuentro de un esqueleto de *Felix pantera* ha permitido datar la tercera fase, que corresponde al interglaciar Riss-Würm, pudiéndose fijar por ello el momento de la captura del campo de dolinas por el torrente de Cañalarga.

Esta cavidad ha funcionado como un *tubo de viento* con triple comunicación. Un especial mecanismo de trampa ha determinado el funcionamiento de la abertura intermedia que como zona aspirante ha mezclado la circulación del aire caliente. Este curioso mecanismo ha determinado densas neblinas cuando el sentido de la circulación era ascendente, debido al descenso de temperatura por mezcla de masas de aire.

En un cuadro o tabla se han esquematizado los procesos sincrónicos acaecidos en esta gran caverna andaluza.

Un plano general y otras ilustraciones completan perfectamente este trabajo.—H.-P.

SOLÉ SABARIS (L.): *Las aguas subterráneas del Llano de Sitges. (Provincia de Barcelona)*.—«Speleón», t. II, núm. 2-3. Universidad de Oviedo. Oviedo, 1951.

Se estudia la hidrología subterránea de esta llanada horizontal en relación con la construcción de un pozo. La plataforma litoral aparece formada por calizar hoterivienses, sobre las que se depositaron sedimentos cuaternarios arcillosos, con travertinos masas de cantural, especialmente hacia la base de la formación, dando así origen a una terraza a 50-60 metros. Se constituyó el pozo, en ella una pequeña cuenca cuaternaria, limitada al NW. por la sierra caliza de en Cona. Más al N. queda una pequeña

cuenca del mioceno que fosiliza a los relieves cuaternarios. Las aguas cársticas de las calizas hotarivienses, corren hacia el N. de acuerdo con el buzamiento de las capas, es decir, que se apartan del mar. En el cuaternario las aguas circulan con irregularidad, siendo un nivel práctico normal.

Las calizas travertínicas dan origen a un conjunto muy poroso y por ello permeable, absorbiendo en gran cantidad las aguas superficiales que quedan detenidas por el nivel arcilloso subyacente impermeable. Entre estos travertinos brotan aguas termales que al atravesarlos pierden presión y se dispersan. Esto hace que las aguas termales y las que circulan por la masa travertínica, de origen meteórico se mezclen, como puede observarse en manantiales y pozos. Las más superficiales que circulan en el travertino pueden contaminarse con facilidad debido a la porosidad de este conjunto litológico, lo que afectará sin duda al conjunto de aguas mezcladas, originándose además una alteración en la termicidad y composición de las de origen profundo.

Tales fenómenos no ocurrirán allí donde el travertino no exista o se halla limpiado, conservando por ello las aguas medicinales sus propias y peculiares características.

En un segundo caso, más complejo, después del estudio geológico tectónico de la zona se hace un resumen estructural del país y se fija la edad de los accidentes tectónicos relacionando la estructura del Valle de Caldas de Malavella, con las fuentes termales, haciéndose a continuación el estudio de éstas.

Las condiciones hidrológicas de este trabajo nos indican, que las aguas termo-minerales de Caldas de Malavella brotan en una formación sedimentaria pliocena-cuaternaria, que descansa sobre el granito de la depresión tectónica de La Selva, situado entre el macizo de las cadenas prelitorales y litorales catalanas. Tales depósitos arcillosos encierran restos de mamíferos cuaternarios y de industria neolítica. La formación alcanza potencia de unos 35 metros, siendo los cambios de facies los accidentes tectónicos frecuentes.

Estos sedimento están alterados por fallas afectando tales fenómenos al granito, a través de los cuales han surgido emisiones basálticas anteriormente a la formación de las arenas, pues comienzan éstas antes del basalto. Se arrumban tales fallas de NW. a SE. y de NE. a SW. y han jugado durante el cuaternario, siendo las que han permitido el paso de las aguas termo-minerales alcanzando algunos manantiales los 80° de temperatura.—H.-P.

MARTÍNEZ-FALERO Y ARREGUI (José): *Trabajos hidrológicos-forestales realizados en la capital de Málaga para su defensa contra las inundaciones y daños producidos por las tormentas y ramblas*. Madrid, 1950.

En este trabajo, magníficamente editado y con ilustración abundante y muy interesante, se hace historia de lo que han sido las inundaciones de

Málaga, fundamentalmente originadas por el Guadalmedina y algunas otras pequeñas torrenteras y ramblas, que afectan al casco de la ciudad o a sus alrededores.

El relieve muy quebrado del país inmediato a Málaga, las intensas precipitaciones que en ocasiones y por fenómenos tormentosos fueron extraordinarias y la falta de arbolado y matorral que si existiera aminorase el escorrentio, ha originado en varias ocasiones inundaciones catastróficas en la ciudad.

Se describen los cursos torrenciales que influyen directamente en tales fenómenos, y se hace una historia y reseña de los daños más importantes que en especial el Guadalmedina ha ocasionado en varias ocasiones a partir del siglo xv, dándose datos precisos y de gran valor informativo respecto a lo que estas calamidades suponen.

Así se ve que en 1544 tiene lugar la primera inundación de las que se tiene noticia; en el siglo xvi, ocurrieron seis; en el xvii, once; en el xviii, siete; en el xix, dieciocho, y en el xx, hasta 1946, siete; o sea, un total de 50 con un promedio de una cada diez años.

Se estudia y se dan detalles de la terrible inundación del 24 de septiembre de 1907, que fué realmente espantosa, demostrando ella la necesidad de toda la labor hecha.

A continuación se describen y analizan las labores hechas, sumamente importantes, tanto hidrológicas como forestales, en la cuenca del Guadalmedina, en los torrentes del Calvario, San Cristóbal y en la barrancada de Gibralfaro, todas de gran importancia y muy eficientes, debido a lo cual el peligro de inundación se ha reducido en gran proporción creándose al mismo tiempo, una riqueza forestal, y haciendo grata y bella la campiña de Málaga.

Es interesante la evolución que en la actualidad va experimentando la canalización del Guadalmedina, cuyo cauce colmado, se ha conseguido descender, y se vea libre de derrubios en un gran desnivel que alcanzó en algunas zonas un socavado beneficioso de 1,85 m.

Un resumen hace ver la serie de efectos beneficiosos para la ciudad de Málaga.

Puede decirse que Málaga constituye hoy día, un ejemplo magnífico de lo que es y representa la repoblación forestal: que es, según el autor, «servir a los intereses nacionales y beneficiar de un modo íntegro y absoluto a la sociedad, que se desenvuelve y desarrolla en el medio geográfico en que le ha tocado vivir».—H.-P.

METEOROLOGÍA

Observaciones meteorológicas en España. Año agrícola 1948 — «Serv. Meteorológico Nacional. Serv. de Estadística», núm. 10. Sección de Climatología Madrid, 1951.

En este trabajo estadístico se dan un conjunto de datos en relación

con la fenología, y entre ellos fechas de floración de determinados árboles frutales, dándose las isofenas de dichas floraciones, así como las fechas de caída de hojas de árboles típicos y de la vid.

También se ocupa de la llegada de las cigüeñas, golondrinas, estornino y vencejo, con un mapa correspondiente.

Se hace relación de desastres y plagas y a continuación se estudia la pluviometría del año, la marcha de la temperatura e insolación del año, indicándose al final, el carácter meteorológico del año agrícola de 1948 y el estudio de las tormentas del mismo.

Cuadros estadísticos y mapas hacen de este anuario un trabajo de interés.—H.-P.

PUIG (Ignacio, S. J.): *Periodicidad de las épocas lluviosas y secas.*—«Las Ciencias», año XVI, núm. 1. Madrid, 1951.

Teniendo en cuenta el caudal de los ríos de extensa cuenca, y especialmente del Ebro por Tortosa, el autor examina el valor científico de tal método, en relación con las variaciones de los periodos de varios años lluviosos y secos, que es lo que constituye verdadero enigma en la física del Globo.

Se analiza a continuación el carácter de la última sequía y se hacen referencias de otros muy importantes, deduciendo que de su análisis no se pueden sacar grandes conclusiones, en relación con el régimen pluviométrico, debido a las diversas circunstancias que los determinan, las cuales se analizan.

Relaciona periodos de actividad solar con los caudales del Ebro a partir de 1910, viéndose que no existe paralelismo entre ambos fenómenos. Se analizan otras teorías que tratan de llegar a resolver este interesante problema de la periodicidad de las precipitaciones, así como las razones en que se fundamentan los técnicos para explicar los cambios de clima a lo largo del Cuaternario.

Aunque en la actualidad parece que se perfila una glaciación breve y poco intensa, en comparación con las pasadas del Cuaternario, pues ésta sólo ha durado unos trescientos años, el interrogante queda abierto, pues con los datos y métodos seguidos no se resuelve este interesante problema físico del Globo.—H.-P.

MINERALOGIA

RAVIER (J.): *Sur la présence d'orthose dans certains calcaires secondaires métamorphiques des Pyrénées.*—«Soc. Géol. de France», núm. 7. París, 1951.

El autor ha encontrado cristales de ortosa en calizas secundarias situadas al SE. de Belcaire y al NW. de Aunat (Aude).

Estas calizas de Belcaire, cristalinas secundarias, con cristales de ortosa de nueva formación, ofrecen metamorfismo muy irregular y buzando al SW. unos 40°. Tal material pudiera pertenecer al Aptiense superior por estar en relación con otros de facies de Rodome, considerados como Albienses.

Los materiales de Aunat se ofrecen en anticlinal y afloran en las calizas del Albiense de Rodome, y por su posición corresponden también al Aptiense superior. Estos materiales también están metamorfizados y los cristales de ortosa alcanzan 1-2 milímetros de tamaño.

Es la primera vez que se indica la presencia de cristales de ortosa en materiales secundarios metamórficos en los Pirineos del caso de Prades, en donde el contacto con Iherzolita se explica fácilmente el fenómeno. En el caso que se trata, los afloramientos de Iherzolita están lejos (5 kilómetros) demostrando que, independientemente de intrusiones, ciertos materiales calizos pueden presentar caracteres semejantes a los que están directamente con tales rocas.—H.-P.

PALEONTOLOGIA

CRUSAFONT PAIRÓ (M.) y TRUYOLS SANTONJA (J.): *J. Los mamíferos terrestres. II. Los moluscos continentales. Datos para la biografía del Mioceno del Vallés-Penedés.*—«Sep. Arrahona». Sabadell, 1950.

El análisis hecho por los Sres. Crusafont y Truyols de los mamíferos y de los moluscos del Mioceno del Vallés-Penedés ha permitido fijar cuál pudiera ser el «habitat» y la paleogeografía a lo largo del Mioceno de la región mediterránea.

Por los variados mamíferos de muy numerosos yacimientos, Crusafont va dando los caracteres del ambiente a lo largo del Vindoboniense, durante el cual «lujurante fauna abundantemente testimoniada por miles de restos de pequeños mamíferos, se desarrolla en el sotobosque umbroso o en los claros de las zonas arbóreas», gran variedad de insectívoros, musarañas, erizos y otros animales ya extinguidos que pululaban en los arenales junto a los ríos.

Existían fieras que establecían así el equilibrio biológico de asociación y grupos gregarios de ciervos, antílopes, a los que atacarían aquellas. Es decir, un ambiente semejante al del Africa oriental en los límites entre el bosque y la sabana. Ambiente que evoluciona al final del Mioceno en el Pontiense por ser época ya de mayor sequedad. Todos estos datos hacen que el autor pueda, mediante un cuadro, comparar la estratigrafía del Mioceno del Vallés-Penedés con el de la Europa Central.

Lo anteriormente indicado está valorizado por el estudio de la fauna de moluscos, llevado a cabo por Truyols, pues estos gasterópodos fósiles, permiten reconstruir imaginativamente el paisaje, el ambiente del es-

te-terciario superior, fauna abundantísima y variada de la que nos da el autor una gran lista, característica de los yacimientos estudiados.—H.-P.

COLOM, G.: *Globigerina ratio*. Su distribución y complejidad en los mares terciarios alrededor de la Meseta Castellana. «P. Inst. Bic. Apl», tom. IX, págs. 63-82; 7 figs. y 6 láms. Madrid, 1951.

En el presente trabajo, se resumen nuestros conocimientos sobre las rocas con Globigerinas de las formaciones cenozoicas marinas alrededor de la Meseta paleozoica Castellana, haciendo al propio tiempo historia de las variaciones en el tiempo de la sedimentación pelágica, en la que entran como componentes los Globigerínidos.

En el Bartonense (Eoceno superior), la proporción de Globigerinas es pequeña, y aparecen en la cuenca del Ebro con tres especies: *Globigerina ouachitaensis*, *Globigerina mexicana* y *Globigerina venezuelana*, la última menos frecuente que las otras dos. En el sur de la Península se encuentran, además de las tres especies citadas, otras de *Globorotalia* y *Hantkenina*.

En el Aquitaniense (Base del Mioceno), encontramos un óptimum en la sedimentación globigerínica para las formaciones del Estrecho Nort-Bético con las especies *Globigerina bulloides*, *Globigerina concinna* y *Globigerinoides triloculares*, llegando a proporciones del 40-60 por 100, y aún más en algunos estratos.

En el Vindoboniense disminuye notablemente la proporción de Globigerínidos en los sedimentos y, además, aparecen éstos limitados a determinadas áreas (Valle del Guadalquivir y regiones costeras de Alicante y Barcelona), con *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides trilocularis*, *Globigerinoides sacculifera*, *Globigerinoides conglobata* y *Globigerinoides rubra*, principalmente.

En el Plioceno, estas especies emigran a mares más cálidos, pero continúan encontrándose en pequeñas cantidades en los depósitos costeros.

En la época actual, *Globigerina bulloides* es frecuente en el Cantábrico y menos en el Mediterráneo, donde en cambio es más abundante la *Globigerina inflata*.

El trabajo está ilustrado con esquemas paleogeográficos, en los que se destacan las aéreas de sedimentación globigerínica en las diversas épocas, y seis láminas donde se representan las principales especies de Globigerínidos, objeto de estudio.—BERMUDO MELÉNDEZ.

JOANGMANS, W. J.: *Note sur la flore du Carbonifere du versant sud du Haut Atlas*. «Notes et Mém. Serv. Géol. Prot. Rép. Fr. au Maroc», número 76, B. Paléont.; págs. 157-172, 10 láms. Toulouse, 1950.

En el Macizo del Gran Atlas, en Marruecos, pueden distinguirse dos cuencas carboníferas distintas: una en la vertiente septentrional del Haut Atlas, *Ourika Zat*, y otra en el flanco meridional. *Ida ou Zal* e *Ida ou Ziki*.

Ambas formaciones son consideradas como estefanienses. La septentrional, de escasa importancia, ha sido poco estudiada, y por los datos que se tienen no puede decirse de qué nivel se tratará dentro del Estefaniense.

El Estefaniense de la parte meridional es mucho más importante y constituye el tema del trabajo llevado ahora a cabo por el profesor Jongmans. Está a su vez formado por dos cuencas, situadas en el Valle del *Ait Moussa* y en la región de *Ida ou Zal*.

Después de una revisión bibliográfica de los principales trabajos anteriores, el autor estudia los ejemplares existentes en las colecciones del Servicio Geológico du Maroc, que habían sido determinados por P. Bertrand, discrepando con él en alguna de ellas, y seguidamente describe brevemente los ejemplares recogidos en sus excursiones en diferentes localidades.

En general, se confirman las conclusiones a que anteriormente habían llegado L. Clariond y P. Bertrand. El conjunto es estefaniense, y la presencia en varios puntos de ejemplares de *Walchia* podría indicar un nivel elevado, pero hay que ser prudente en las conclusiones relativas a estos fósiles, porque su presencia podría sencillamente indicar un clima más seco, que habría dado a la vegetación un carácter menos palustre.

El carácter de las floras halladas es el mismo que el de las floras de Europa occidental; no hay ninguna diferencia entre ambas y no aparece ningún indicio de la existencia de otra flora distinta.

Por la flora hallada en Rodesia sabemos que debió existir una cierta conexión entre las floras de *Glossopteris* y la flora euramericana en el Estefaniense, pero hasta ahora no tenemos ninguna indicación precisa sobre los derroteros que hayan podido seguir los elementos euramericanos de la flora de Rodesia, en su migración a través del Africa Central. Sería por lo tanto del mayor interés seguir los rastros de la flora euramericana hacia el Sur y fijar los límites de los elementos de la flora de *Glossopteris*, así como el primer punto de fusión entre ambas floras.

El trabajo está documentado con diez láminas en fototipia, donde se reproducen los ejemplares estudiados, que corresponden a varias especies de diversos géneros, especialmente *Annularia*, *Asterophyllites*, *Sphenophyllum*, *Pecopteris* (numerosísimas especies), *Odontopteris*, *Ullmania* y *Walchia*.—BERMUDO MELÉNDEZ.

BODÉ, Arnold.: *Ein liassischer Skorpionide*. «Palaeont. Zeitschrift», Bd. XXIV, número 1/2, págs. 58-65; 1 fig. Stuttgart, 1951.

Se trata del estudio de un notable fósil, procedente de las margas liásicas (base del Lias superior, Toarciense) de Hondelage, algo al NE. de Braunschweig, que corresponde a un Escorpión, en bastante buen estado de conservación, que se encuentra en el Instituto Geológico de la Universidad de Gotinga.

El autor describe minuciosamente el ejemplar para el cual propone un nuevo género y una nueva especie: *Liassoscorpionides schmidtii* Bode. Mide 14,4 mm. de largo por 4,8 mm. de ancho en posición lateral, y en él se han conservado restos de los pedipalpos de las patas, los estigmas del preabdomen y hasta la impresión del tubo digestivo. Falta, en cambio, el telson.

La extremada rareza de estos fósiles de Arácnidos, desde el Carbonífero hasta el Terciario, confiere al ejemplar estudiado un alto interés, viniendo a demostrar la continuidad de formas de los Escorpiones en el Mesozoico.—BERMUDO MELÉNDEZ.

LAURENTIAUX, D.: *Les Insectes houillers du Limbourg Hollandais*. «Meded. v. d. Geol. Stichting», N Ser., número 4, págs. 13-22; 5 láminas. Heerlen, 1950.

Es la descripción monográfica de una fauna muy rica en Insectos correspondiente al Namuriense y Westfaliense inferior del Limburgo Holandés, hallados todos ellos en los trabajos de explotación subterránea en las minas de carbón.

Los ejemplares estudiados se distribuyen en la siguiente forma:

- a) PROTORTÓPTEROS: *Limburgina antiqua* nov. gen., nov. sp.
Paolia vetusta Smith (fam. Paolidae).
Archimylacris pruvosti nov. sp. (fam. Archimylacridae).
- b) PALEODICTIÓPTEROS: *Hadroncuria heidi* nov. sp. (fam. Lithomanidae).
Jongmansia nov. gen. *tuberculata* (Bolton) (fam. Jongmansidae, nov. fam.).
Breyeria sp. (fam. Breyeriidae).

Todos los ejemplares son fragmentos de alas, excepto *Archimylacris pruvosti*, que es un ejemplar casi completo, y aparecen reproducidos en magníficos fotograbados, muy bien conseguidos, acompañados de los correspondientes esquemas de la nerviación de las alas.

La abundancia de *Blattarios* y su presentación en forma de «nido» son consecuencia de que las alas de estos insectos, en virtud de una mayor quitinización, han podido conservarse allí donde se destruyeron las de otros más delicados, y se han agrupado en sitios donde la corriente de agua formó remansos.

El hecho de que algunas de estas especies se conozcan en Norteamérica hace sospechar para los insectos una distribución geográfica en el Hullero mucho más amplia de lo que podría pensarse, y como, además, las especies están muy limitadas en el tiempo, pueden, hasta cierto punto, utilizarse como fósiles característicos.—BERMUDO MELÉNDEZ.

TERMIER, Gen. et Henri: *Invertébrés de l'ère Primaire*. «Paléontologie Marocaine», tom. II, 4 fascículos con 220-254-248-280 pág. y 51-71-61-58 láms. Paris, Hermann & Cie., Ed., 1950.

Se trata de una obra monumental de un alto valor científico, acometida por los esposos Termier, de la Facultad de Ciencias de Argel, en la cual llevan a cabo una revisión y descripción de la totalidad de los fósiles del Paleozoico del Marruecos Francés y regiones limítrofes, especialmente Argelia, Orán y hasta el Sáhara. Estos fósiles se encuentran casi todos en las colecciones de los Servicios Geológicos de Marruecos Francés, y algunos en la Facultad de Ciencias de Argel.

El propósito que ha guiado esta verdadera «sínopsis» ha sido la de servir de guía a los geólogos que trabajan actualmente sobre el terreno, en el Norte de Africa, en el levantamiento del mapa a escala 1 : 100.000 y 1 : 50.000, que poco a poco van sustituyendo los antiguos provisionales a escala 1 : 200.000.

Dedican especial atención los autores a grupos de fósiles que generalmente son menospreciados, como los tallos de Crinoides, y que sin embargo se han revelado como muy útiles desde el punto de vista estratigráfico, y realizan siempre su estudio desde un punto de vista paleobiológico, procurando la reconstrucción, no sólo del fósil, sino del medio en el cual vivió, evitando en lo posible que la paleontología se convierta en un catálogo de objetos curiosos, es decir, o en una colección numismática.

Este tomo está dividido en cuatro fascículos en la forma siguiente:

Fascículo I: Foraminíferos, Cyatospongias (Arqueociátidos), Esponjas, Estromatopóridos, Cnidarios (Coralarios).

Fascículo II: Briozoos y Braquiópodos.

Fascículo III: Moluscos (Gasterópodos, Cefalópodos y Lamelibranquios).

Fascículo IV: Antrópodos (Ostrácodos, Phylópodos, Phyllocáridos, Trilobites), Equinodermos (Cystideos, Blastoideos, Carpoideos, Crinoides).

des, Paleoequínidos), Eopterópodos, Graptolitos, Conuláridos y Anélidos.

Las descripciones de géneros y especies son siempre muy sucintas, esquemáticas y abundan los cuadros sinópticos con distribución estratigráfica de las especies y su determinación, así como las claves dicotómicas que permiten llegar rápidamente a una determinación bastante precisa de los fósiles.

Los dibujos que ilustran las 241 láminas son siempre esquemáticos, pero en ellos se ha conseguido destacar todos los caracteres importantes desde el punto de vista de su identificación específica, lo cual da a la obra un eminente carácter práctico y utilitario.

En resumen, es una obra de capital importancia para los geólogos y paleontólogos que estudien la gea no sólo de Marruecos y Norte de Africa, sino en general de todas las regiones circummediterráneas y europeas, pues la mayoría de las veces los cuadros sinópticos están ampliados a géneros y formas extraafricanos.

Esperamos que pronto veremos completa esta obra monumental con los tomos correspondientes al Mesozoico y Cenozoico.—BERMUDO MELÉNDEZ.

LAURENTIAUX, D.: *Les Insectes des bassins houillers du Gard et de la Loire*. «An. de Paléont», tom. XXXVI, págs. 63-84; 5 láms. París, 1950.

Los ejemplares de insectos fósiles descritos en este trabajo consisten, como la mayoría de las veces ocurre, en alas sueltas, a veces fragmentarias, excepto un ejemplar de *Hemimylacris stephanensis* que presenta el pronoto con las dos alas de un lado, y fueron recogidos en el Estefaniense del Loire por P. Bertrand, en el Hullero de Gard, en colaboración con M. G. Livet, además de otros dos ejemplares inéditos.

La parte monográfica comprende la descripción detallada de los fósiles, que corresponden a las siguientes especies:

Orden PROTBLATOIDEA: *Blattinopsis incerta* nov. sp.

Orden BLATTOIDEA: *Phyloblatta grosjeani* nov. sp., *Ph. undata* nov. sp., *Ph. bertrandi* nov. sp., *Ph. fontanensis* Meun., *Bertrandioblatta inexpectata* nov. gen. et sp., *Cebennioblatta marcellini* nov. gen. et sp.; *Platyblattina maxima* nov. gen. et sp., *Pl. ampla* nov. sp.; *Livetioblatta incerta* nov. gen. et sp.; *Syscioblatta corsini* nov. sp.; *Hemimylacris stephanensis* nov. sp.; *Orthomylacris mathieui* nov. sp., y *Or.* sp. indet.

En las conclusiones aparece un cuadro sinóptico de la distribución vertical de las especies en las diferentes capas de Gard (Estefaniense inferior y superior), Loire (Estefaniense medio) y Lyon (Estefaniense medio).

Llama la atención la abundancia de Blattoideos y Protoblattoideos, y la falta de otros grupos de alas membranosas que tan frecuentes son en

otras regiones próximas (Commentry, por ejemplo), lo cual se explica por una mayor quitinización de sus alas, gracias a lo cual han podido resistir mejor las violencias del transporte entre los restos vegetales en la superficie de las lagunas hulleras, lo cual, además, está confirmado por el carácter fragmentario de los restos, y por agrupación en «nidos», en lugares donde la corriente del agua formó remansos.

La fauna de Blattarios hallada en Molières (Gard), dentro de su uniformidad comprende géneros muy distanciados y representa los términos finales de la evolución de diversos grupos, que se diversificaron en el Westfaliense superior, sirviendo de continuidad entre las faunas del Westfaliense y las del Estefaniense superior.

La fauna del Estefaniense medio del Loire, presenta notables afinidades con las descritas en Norteamérica, de la misma época, y confirma los mismos resultados ya obtenidos de la comparación de las faunas entomológicas hulleras westfalienses a ambos lados del Atlántico.

Los hallazgos de Hemimilácridos en el Estefaniense A-B, confirma la continuidad de esta familia en estos niveles, como prolongación de las formas tan frecuentes en el Westfaliense, y sirven de enlace con las representantes de este grupo hallados por Teixeira en Portugal.—BERMUDO MELÉNDEZ.

TEIXEIRA, C.: *La flore fossile du Karroo de la Zambézie et la notion de Continent de Gondwana*. «Est Coloniais», vol. II. Lisboa, 1950.

En 1883, Zeiller estudió un lote de fósiles entregados por el Ingeniero E. Lapiere, de los yacimientos de carbón de las proximidades de Tete, en la región de Zambéze (Moçambique), entre los cuales únicamente encontró especies idénticas a las del Hullero de Europa. Más tarde, en 1912 Gothan quiso demostrar que tales fósiles no podían haber sido recogidos en Moçambique y que debía tratarse de ejemplares europeos, que por un cambio de etiquetas habían sido atribuidos erróneamente a aquella localidad.

El Profesor Teixeira ha tenido ahora la oportunidad de estudiar dichos fósiles, que se encuentran en la Escuela de Minas de París, y ha podido comprobar que con pequeñas variaciones las determinaciones de Zeiller eran correctas. Además, la circunstancia de haber sido descritas floras en Moçambique y otras regiones del Africa Austral con un carácter mixto europeo-austral, permite admitir como posible la procedencia africana de la flora en cuestión. La única circunstancia anómala, es la falta total entre los fósiles en litigio, de *Glossopteris*, *Gangamopteris*, etc., elementos típicos de la flora hullera austral.

Pasa a continuación revista el autor a diversas floras del mismo carácter mixto, descrita en diferentes ocasiones en Africa Austral, en Suramérica, China, Corea, Indochina, Sumatra, Australia, etc.

Así pues, desde el punto de vista florístico, el continente de Gondwana no parece haber constituido en el Permo-Carbonífero un centro biótico independiente de las regiones nórdicas, y los argumentos faunísticos parecen también confirmar el mismo resultado, por el estudio de la distribución de los Teromorfos.

Cada vez parece demostrarse más netamente, la no existencia de un continente de Gondwana paleontológicamente individualizado, verificándose, en cambio, su estrecha relación biológica con las regiones septentrionales.

Tampoco puede decirse que la flora de *Glossopteris* sea un indicio de un clima riguroso, glacial, en contraposición con la flora de *Pecopteris*, que sería indicio de un clima cálido, puesto que en diversos yacimientos ambas floras aparecen mezcladas en los mismos horizontes estratigráficos y sus representantes fósiles se encuentran muchas veces en un mismo ejemplar.

La presencia de capas de carbón entre las capas con flora de *Glossopteris* indica que el clima era más bien templado. Los troncos fósiles de Gimnospermas hallados incidentalmente, presentan anillos anual, mientras que los de las regiones más nórdicas tienen estructura continua. Todo parece indicar que la vegetación de *Glossopteris* debió desarrollarse en períodos interglaciares con clima templado o cálido, los cuales alternarían con otros períodos glaciares, cuyos vestigios son incontestables.

El trabajo está acompañado por 7 láminas en couché, donde se representan los fósiles a que hicimos referencia al principio.—BERMUDO MELÉNDEZ.

VAN DER HEIDE, S.: *Les Arthropodes du terrain houiller du Limbourg Méridional (Excepté les Scorpions et les Insectes)*. «Meded. v. d. Geol. Stichting», Ser. S. tom. IV-3, núm. 5, 84 págs.; 1 cuadro, 10 láminas. Maastricht, 1951.

Se trata de una importante monografía de los Artrópodos hulleros del Limburgo meridional (Holanda), que viene a completar las anteriormente llevadas a cabo por L. Laurentiaux sobre los insectos; por S. van der Heide sobre los Lamelibranquios de agua dulce y sobre los peces, y por M. Dorsman sobre los restantes fósiles marinos, y las de Demanet y Kummerow sobre la microfauna.

Hay una nota preliminar sobre la geología y estratigrafía del Hullero del Limburgo meridional, donde están representados: el Dinantiense C y el Namuriense A-B-C de facies marina con *Goniatites* y el Westfaliense A-B-C, continental, que forma la parte productiva del Hullero, y cuya estratigrafía de detalle se ilustra con un gran cuadro, donde se individualizan hasta 96 niveles distintos.

La parte descriptiva, monográfica, que está ilustrada con diez láminas en couché con magníficas fotografías, sigue un orden sistemático, dedicando diferente amplitud a cada grupo, según que ya haya sido tratado en otras ocasiones (simple «comunicación», por ejemplo, los *Euriptéridos* y *Ostrácodos*), o verdadera monografía en grupos que se estudian por primera vez (*Malacostráceos*).

La parte sistemática se distribuye en la siguiente forma:

OSTRÁCODOS: *Carbonita fabulina*, *Limnoprimitia arcuata*, *Cypridina* sp.

FILÓPODOS: *Estheria* (3 especies), *Leaia minima*.

ARTROPLÉURIDOS: *Arthropleura* (4 especies).

MEROSTOMAS: *Eurypterus* (5 especies), *Belinurus* (3 especies) *Prestwichianella rotundata*, *Euproops* (6 especies, una nueva).

ARAÑAS: *Eocteniza*?

ARACNIDOS «SOLUTA»: *Eophrynus* (2 especies), *Kreischeria* (2 especies, nov.), *Trigonomartus* (3 especies), *Aphantomartus* sp.

ANTRACOMARTIDOS: *Maioceras* (2 especies), *Cryptomartus*.

En esta parte sistemática aparecen intercaladas algunas observaciones del mayor interés paleobiológico, relativas al género de vida de algunos de los Artrópodos estudiados:

OSTRÁCODOS: *Cypridina* habitaba los riachuelos mientras que *Carbonita* y *Limno-primitia* eran capaces de soportar cierta salinidad en las aguas.

FILÓPODOS: *Leaia* es forma dulceacuícola, pero *Estheria* podía soportar aguas salobres de concentración variada.

Anthropalaemon parece haber frecuentado aguas salobres y dulces.

Arthropleura debe ser considerado como animal terrestre.

XIFOSUROS: *Belinurus* habitaba las aguas dulces, y probablemente también *Euproops* y *Prestwichianella*, pero éstos los pequeños riachuelos.

Los ARACNIDOS fueron sin duda terretres.—BERMUDO MELÉNDEZ.

CRUSAFONT PAIRÓ, M.: *El primer representante del género «Canis» en el Pontense eurasiático (Canis cipio nova sp.)*.—«Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XLVIII, núm. 1. Madrid, 1950.

Se trata de la descripción de la primer especie del género *Canis* que se ha encontrado en el Pontense eurasiático, y que procede del célebre yacimiento de Concud (provincia de Teruel).

Después de una lista de las especies fósiles conocidas del yacimiento en cuestión, que confirman su edad pontense, se pasa a describir el ejemplar objeto de la nota, consistente en un fragmento de maxilar derecho superior con las piezas P3, P4, M1 y M2. *Canis cipio* nov. sp. es una forma muy primitiva por la estrechez marcada de sus premolares superiores, por el desarrollo del metacono de P3 y P4, por la poca reducción

del M2 y por el marcado estrangulamiento central de las dós tuberculosas superiores. Presenta también caracteres evolucionados, tales como el relativo alargamiento de la carnicera y la reducción en anchura del M1.

Finalmente, se hacen interesantes consideraciones sobre la filogenia de los *Cánidos lupoides*, llegando a la conclusión de que pueden considerarse como originarios de Europa, de donde en el Plioceno superior emigraron en parte hacia Asia, llegando hasta Norteamérica por el istmo de Behring. Los lobos de pequeña talla, análogos al *Canis erucicus*, se expansionaron por Eurasia, originando formas geográficas y desembocando en el lobo actual.—BERMUDO MELÉNDEZ.

TRUYOLS SANTONJA, J.: *Nota previa sobre los moluscos del Mioceno continental de la depresión prelitoral catalana*.—«Las Ciencias», año XV, núm. 1. Madrid, 1950.

Después de una primera parte en que se hace un resumen de la estratigrafía de la Cubeta del Vallés-Penedés, donde están presentes los niveles Vindoboniense (medio y superior) y Pontiense (inferior, o Meótic, y superior), caracterizados por faunas de mamíferos, que han sido estudiadas por los paleontólogos Sres. Crusafont y Villalta, y de una breve revisión bibliográfica de los estudios sobre la malacología continental de la región, se pasa revista a los diferentes yacimientos de moluscos, que se distribuyen en la comarca del Penedés (La Almunia, Hostalets de Pierola y Piera) y del Vallés (Trinchera del F. C. en San Quirze, Can Ponsic, subsuelo de Sabadell, Can Santfeliú, Sant Miquel del Taudell, La Tarumba, Can Purull, Can Trullás y Can Garriga).

Los ejemplares estudiados aparecen unas veces en arcillas y margas plásticas, conservando todos los detalles anatómicos, y otras veces, las más, al estado de moldes internos en margas sabulosas.

La parte descriptiva contiene el estudio detallado de veinte especies, que se distribuyen entre los géneros *Cyclostoma*, *Valvata*, *Limnaea*, *Planorbis*, *Glandina*, *Testacella*, *Helix*, *Succinea* y *Triptychia*.—BERMUDO MELÉNDEZ.

CRUSAFONT PAIRÓ, M.: *Cuestiones zoogeográficas en la Paleomastología del Neogeno de España*.—«C. R. XIII Congr. Intern. de Zoologie». París, 1949.

Se trata de consideraciones de tipo paleogeográfico deducidas de la distribución y variaciones de las faunas de mamíferos en España durante el Mioceno.

- 1) El relativo aislamiento de nuestra Península durante el Neogeno.
- 2) Es probable que la Península haya constituido un centro secundario de origen de nuevas formas (Cérvidos, Giráfidos, Antropomorfos).

3) Las faunas vindobonienses muestran un marcado carácter centro-europeo; la regresión marina pontiense provoca la inmigración de faunas orientales, cuyo carácter predomina en Levante.

4) Existencia de niveles típicos meóticos con faunas de marcado carácter residual.

5) Carácter estepario del centro de la Península y palustre en Levante.—BERMUDO MELÉNDEZ.

BATALLER, J. R.: *Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España*: Pars VIII, *Mollusca*; 3, *Cephalopoda*. Pars IX, *Arthropoda*.—«Anales Esc. Per. Agric.», vol. IX. Barcelona, 1950.

Continúa en este trabajo el catedrático de Paleontología de la Universidad de Barcelona, Dr. Bataller, el estudio sistemático de las especies fósiles del Cretácico español, describiendo minuciosamente todas las «nuevas» referentes a Cefalópodos y Artrópodos, dando las diagnosis originales, la bibliografía precisa de cada una y los dibujos, también originales, esmeradamente reproducidos en magnífico couché.

Comprende dos especies de *Nautilidos*, noventa y cuatro de *Ammonites*, cuatro de *Belemnites* y doce de *Crustáceos*.

Las familias de Ammonites representadas son: *Phylloceridae*, *Lytocercidae*, *Palaehoplitidae*, *Hoplitidae*, *Engonoceratidae*, *Holcostephanidae*, *Desmoceratidae*, *Acanthoceratidae*, *Prionotropidae*, *Pulchellidae* y *Tissotidae*, más ocho formas *Incertae sedis*.

Los Belemnites son del género *Duvalia*. Los Crustáceos se reparten entre *Palinura*, *Anomura* y *Brachyura*.

Merecen especial mención los géneros de Ammonites, por su riqueza en formas: *Hoplites*, *Holcodiscus*, *Puzosia*, *Acanthoceras*, *Mammites*, *Oosterella*, *Nicklesia* y *Psilotissotia*.

Completa esta publicación, que es la última de la serie dedicada a las especies nuevas del Cretáceo hispano, un índice alfabético completo de los géneros y especies descritos.—BERMUDO MELÉNDEZ.

BATALLER, J. R.: *Geognosia del Triásico español*. «Anales Esc. Per. Agric.», vol. IX. Barcelona, 1950.

Se trata de un índice descriptivo de los materiales litológicos y de los minerales hallados en el Triásico de España, dedicando apartados a las rocas sedimentarias, rocas hipogénicas, minerales, y un apéndice a las aguas minerales propias de estos terrenos, así como a su hidrología.—BERMUDO MELÉNDEZ.

TECTONICA

TERCEDOR (M.): *La tectónica de la depresión granadina en relación con su elevada sismicidad. Estudios geológicos.*—Hist. «Lucas Mallada», núm. 13. Madrid, 1951.

Como resultado de este interesante trabajo, se indica que la gran sismicidad de la Vega granadina es en gran parte debida a la presencia de los sedimentos cuaternarios que cubren esta comarca, que por falta de asentamiento son puestos en conmoción fácilmente al ser afectados por los seísmos.

Por otra parte, en relación con la formación miocena, como ocurre en los parajes de La Cartuja, en zona ya del borde de la depresión de la Vega; se admite que deben pasar determinadas fracturas que han de acusar las sacudidas sísmicas. Así, pues, la sacudida debe pasar a los materiales cuaternarios, y la presencia o no de fallas precisas hace que varíen en localidades inmediatas a la intensidad de los movimientos.

Parece ser que los accidentes tectónicos son poco hondos en la zona de la vega, lo que explicará la ausencia de focos, estando, pues, los accidentes tectónicos situados en zonas de equilibrio suficientemente aseguradas, de la corteza terrestre.

Se destaca claramente en esta zona, una zona sismo tectónica, siendo su dirección sensiblemente recta de Loja a Granada, siguiendo el curso, del Genil; ella es la que va jaloneada por los principales focos sísmicos.

El borde de la Sierra Nevada está determinado por una falla marcadísima, siendo en tal accidente donde la sismicidad se extingue, pudiendo, pues, admitirse que este accidente y otros de la zona de Filabres están ya en relación con la actividad sísmica, denunciando la presencia de bloques hundidos.

En relación con los bloques de la vega, la aportación constante de derrubios hace que se sobrecarguen, ello puede producir desequilibrios por descargues de aquellos otros que la rodean; por ello, el centro de esta fbsa, a lo largo del Genil, es donde la actividad sísmica ofrece más sismicidad, efectuándose al mismo tiempo un verdadero reajuste entre bloques menores con acontecimiento periódico de la sismicidad, como ocurrió a final de 1947 y comienzos del 1948 con 18 terremotos.

Los compartimientos mayores, por el contrario, ofrecen perioricidad mayor.

Se puede fijar además una falla importante en el borde meridional de la Vega, pues a lo largo de ella hay una gran discontinuidad en la curva de isoanómalas de la gravedad, fractura que separa dos regiones de muy diferente densidad, con exceso de masas hacia el N., respecto a la región meridional que alcanza la costa.

Como conclusión general puede asegurarse que Granada y su Vega no son el resultado, en su estructura interna, de una aportación alóctona de pliegues superpuestos o una mole rígida, sino una verdadera zona tectónica de hundimientos completamente autóctona.—H.-P.

MESEGUER PARDO (J.): *Tectónica y orogenia de la Sierra de Carrascoy, Puerto de la Cadena, Cresta del Gallo y Miravete, en la provincia de Murcia.*—«Las Ciencias», año XVI, núm. 1. Madrid, 1951.

Da el autor las características topográficas de estos accidentes orográficos que determinan una alineación que en conjunto la origina un anticlinal Permo-triásico, ligeramente disimétrico, por cuanto el flanco sur es más tendido que el septentrional. El núcleo de este gran pliegue es Estrato-Cristalino, sobre el cual descansa discordantemente el complejo Permo-triásico, del que se dan sus características litológicas.

Sobre estos terrenos y transgresivamente descansa el Mioceno marino, formado por los conjuntos Burdigaliense-Helveciense, muy variado en su litología. Comienza por un conglomerado de base, pudiéndose deducir perfectamente la edad del empuje que plegó el conjunto que fué post-burdigaliense, pero los fenómenos se continuaron hasta ya pasados los tiempos Miocenos, pues la presencia del Saheliense plegado lo indica.

Se hace a continuación una historia sucinta de la evolución de esta comarca sumamente compleja, fijándose la edad de los fundamentales movimientos tectónicos y de la red de fracturas que han dividido el país en bloques, que se han movido en sentido vertical con independencia.

En la actualidad, y debido a un reajuste isostático, no hay proceso de rejuvenecimiento, pues el nivel de base del Mediterráneo no se ha alterado.—H.-P.

VULCANOLOGIA

MASACHS ALAVEDRA (V.): *Aportación a una revisión del volcanismo gerundense.*—«Libro Jubilar». Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1950.

Acomete el autor la revisión de lo ya publicado en relación con este distrito volcánico, uno de los más interesantes e importantes de la Península.

Hace una breve historia del desarrollo de estos estudios a partir de primeros de siglo hasta los tiempos corrientes.

Con minuciosidad se van añadiendo nuevos datos y se modifican otros en relación con los aparatos volcánicos, coladas, etc., comenzando por el grupo de Sacot, del que se aportan datos precisos de las dimensiones del cráter; sigue las coladas, con el grupo de la vertiente sur de Batet, Santa Pau, Fontpobre, Rocacorba, Adri y Llorá y Gerona.

El trabajo es de interés y la revisión muy minuciosa, estando acompañado por excelente ilustración fotográfica.—H.-P.

INDICE

	PÁGS.
Discurso del Padre Santo a la Academia Pontificia de las Ciencias... ..	3
Característica general del Terciario continental de la llanura del Guadiana, por F. HERNÁNDEZ-PACHECO... ..	23
El problema de los microsismos, por J. M. LÓPEZ DE AZCONA ...	78
Notas sobre el XXI Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias celebrado en Málaga, por JOSEFA MENÉNDEZ AMOR	85
El beneficio integral de las piritas, por F. GOLDIS	93
Gestación y tránsito de los continentes y de los mares, por H. STILLE	105
Sobre el origen del Archipiélago canario, por MANUEL CABRERA.	153
Noticias	161
Notas informativas	165
Notas bibliográficas	187
Geografía física	189
Geología	189
Hidrología	202
Meteorología	205
Mineralogía	203
Paleontología	207
Tectónica	218
Vulcanología... ..	219